

M. Thaler
R. Lechner

Department of Orthopaedic Surgery,
Medical University Innsbruck

Strategies for femoral, acetabular and trochanteric intraoperative fractures

Summary

Intraoperative periprosthetic fractures are still an issue during arthroplasty procedures. The risk is particularly likely higher in revision total hip arthroplasty and in association with uncemented components. It is crucial to detect and treat them properly at the time of the surgery. Appropriate planning and patient evaluation should be done to minimize the risk of fracture. If a fracture occurs the aim of the surgical management should be directed toward ensuring component stability, and to enhance the chance of fracture union. Different treatment modalities exist for the treatment of femoral and acetabular fractures. However, large patient samples comparing the outcome of different treatment modalities of intraoperative fractures are yet not available. Therefore, recommendations are based on the experience of experts.

The incidence of periprosthetic hip fractures is reported by the national joint registries to be 25.3 per 1,000 total hip replacements. The incidence varies according to patient demographics, implant type, technologies, and the length of follow-up investigations. It has been assumed that the incidence of periprosthetic hip fractures can increase up to 4-21% in 2020. Patient demographics are changing as the number of total joint replacement procedures increases. These include changes in body mass index, younger patient age, and higher post-operative demands by both younger and older patients. This ultimately may lead to an increased number of total hip arthroplasty (THA) revision cases. It was postulated that the number of revision total hip arthroplasties will double by 2026.

Intraoperative periprosthetic femoral fractures (Fig. 1) have received greater attention in the literature than have acetabular fractures, possibly because it is more difficult to identify intraoperative acetabular fractures at the time of the surgery. Intraoperative Periprosthetic fracture in THA is one of the most common complications occurring during a primary arthroplasty procedure. Especially in predominantly older patients in combination with a cementless stem, the incidence of femoral fractures is reported to be higher. No evidence exists that there is an approach related increased rate for intraoperative fractures of the trochanter, the acetabulum or the femur. However, it was postulated that for unexperienced surgeons using the wrong instruments, the rate of femoral perforations seems to be higher in minimal invasive approaches.

The risk of an intraoperative femoral fracture has been shown to be greatest when a cementless component is used in revision total hip arthroplasty. Studies have shown that the incidence of intraoperative femoral fractures ranges between 1% in primary total hip arthroplasties to 7.8% in revision total hip arthroplasties procedures. Other articles show a rate of periprosthetic fracture during primary total hip arthroplasty was 5.4% (170 of 3,121) when a cementless femoral component was used compared with 0.3% (sixty-eight of 20,859) when a cemented stem was used. Other studies demonstrated a prevalence of intraoperative fracture of 1.2% (seven of 605) when a cemented stem was used and 3% (thirty-nine of 1,318) when a cementless femoral component was used. The variability in the reported prevalences of periprosthetic fractures may reflect differences between studies with regard to sample size or the use of different femoral stems and insertion techniques.

There is a reported increased risk when using cementless stems, especially in

Indirizzo per la corrispondenza:
Martin Thaler
martin.thaler@tirol-kliniken.at



Figure 1. Showing a Vancouver B2 fracture and a Vancouver A fracture occurred during the surgery and detected after the surgery. The patient had to be revised with a revision of the stem.

the revision setting. This is predominantly due to the need for press-fitting of cementless stems in conjunction with the bone loss typically associated with revision total hip arthroplasty. The potential mismatch between the femur and the stem is more common when using a long revision stem, increasing the risk of intraoperative fracture. Some authors recommend the use of prophylactic cerclage wiring, longer stems, and possibly cortical onlay allografts. However, the studies emphasizing the use of this technique only have small sample sizes. The prevalence of intraoperative femoral fracture during impaction bone-grafting has been reported to be between 4% (three of sixty-eight) and 32% (twenty-two of sixty-eight). Also patient characteristics seem to have an impact on increasing the risk for intraoperative fractures. Female sex and increased age have been postulated to be independent risk factors; however, these factors may be confounded by osteoporosis. Medical comorbidities, in particular rheumatoid arthritis, seem to be additional risk factors, but they may be similarly confounded by associated osteopenia. Altered bone morphology or deformity, as seen in Paget disease or sickle cell anemia can also increase the risk of fracture. If a femoral fracture occurs, different treatment options exist. In cases, where the fracture is located beneath the level of the lesser trochanter approach extensions are necessary. Recent cadaver studies have shown that femoral revision arthroplasty can be safely performed through the direct anterior approach interval and its extensions. If the femoral component is loose concomitant with a Vancouver B2 and B3 fracture, the implantation of a revision is the preferred method of treatment. In these cases the

metaphyseal support of the femur is often deficient or absent, and modular stems, long cemented stems, long uncemented stems, tumor prostheses, or allograft composites can be used to bypass this defect. The surgery for PFF with the revision of the femoral component can be very demanding technically and is associated with a high rate of complications (18%) and reoperations (23%).

Intraoperative acetabular fractures (Fig. 2) can either be classified by Callaghan or Della Valle. Callaghan et al based their classification system on the anatomic location. Four types of fractures can be identified: anterior wall, transverse, inferior lip, and posterior wall. Della Valle et described a classification system for intraoperative and postoperative. Type-I fractures occur intraoperatively at the time of insertion of the acetabular component and are subclassified as type A if they are diagnosed intraoperatively, are undisplaced, and are associated with a stable component; as type B if they are diagnosed intraoperatively but are associated with a displaced fracture; and as type C if they are diagnosed postoperatively. Some authors reported that it could be difficult to differentiate between undisplaced and displaced fractures intraoperatively, which highlights the importance of obtaining and considering both intraoperative and radiographic findings. Type-II injuries occur at the time of component removal and are further classified as type A if there is < 50% loss of acetabular bone stock and as type B if there is > 50% loss of acetabular bone stock.

Posterior column internal fixation is rarely necessary in most intraoperative acetabular fracture cases. Fixation with a reconstruction cage and bone-grafting may be appropriate in some cases, as the cage will bridge from inferiorly to superiorly and allow temporary stabilization of the fracture



Figure 2. Showing an intraoperative acetabular fracture.

while the bone graft incorporates and the fracture heals. If acetabular bone loss is so severe that a standard hemispherical cementless cup may provide unreliable fixation and bone ingrowth, an alternate fixation method may be required. Such cases may be treated with a porous tantalum substrate such as the one used for the trabecular metal revision cup which allows more predictable bone ingrowth. The cage in cup technique showed good results. The occurrence of these fractures and their displacement with time suggest that a cup that bridges from superiorly to inferiorly and has a high capacity for bone ingrowth may not be sufficient in cases of severe bone loss. Pelvic discontinuity should not be treated with a hemispherical cup alone. Instead, stability may be achieved by the addition of a reconstruction cage that is designed to fit within the cup and is fixed to the ischium inferiorly and to the ilium superiorly. An all-polyethylene cup can then be cemented into the reconstruction cage. This is the so-called cup-cage-construct technique. Our own results show that a not identified acetabular fracture during total hip arthroplasty leads to a higher rate of early loosening. Identification of those fractures and adequate treatment are essential for the long-term survival of the prosthesis.

References

- 1 Angerame MR, Fehring TK, Masonis JL, et al. *Early failure of primary total hip arthroplasty: is surgical approach a risk factor?* J Arthroplasty 2018; 33:1780-5.
- 2 Beals RK, Tower SS. *Periprosthetic fractures of the femur. An analysis of 93 fractures.* Clin Orthop Relat Res 1996;327:238-46.
- 3 Berry DJ. *Epidemiology: hip and knee.* Orthop Clin North Am 1999;30:183-90.
- 4 Callaghan JJ, Kim YS, Pederson DR, et al. *Periprosthetic fractures of the acetabulum.* Orthop Clin North Am 1999;30:221-34.
- 5 Callaghan JJ. *Periprosthetic fractures of the acetabulum during and following total hip arthroplasty.* Instr Course Lect 1998;47:231-5.
- 6 Christensen CM, Seger BM, Schultz RB. *Management of intraoperative femur fractures associated with revision hip arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1989;248:177-80.
- 7 Della Valle CJ, Momberger NG, Paprosky WG. *Periprosthetic fractures of the acetabulum associated with a total hip arthroplasty.* Instr Course Lect 2003;52:281-90.
- 8 Duwelius PJ, Schmidt AH, Kyle RF, et al. *A prospective, modernized treatment protocol for periprosthetic femur fractures.* Orthop Clin North Am. 2004;35:485-92, vi. Franklin J, Malchau H. *Risk factors for periprosthetic femoral fracture.* Injury 2007;38:655-60.
- 9 Frenzel S, Vecsei V, Negrin L. *Periprosthetic femoral fractures - incidence, classification problems and the proposal of a modified classification scheme.* Int Orthop 2015;39:1909-20.
- 10 Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP. *Periprosthetic fractures of the femur: principles of prevention and management.* Instr Course Lect 1998;47:237-42.
- 11 Green M HP, Porter M, Price A, et al. *13th Annual Report 2016. National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man.* Surgical data to 31 December 2015. National Joint Registry 2016.
- 12 Kelley SS. *Periprosthetic femoral fractures.* J Am Acad Orthop Surg 1994;2:164-72.
- 13 Lindahl H, Malchau H, Herberts P, et al. *Periprosthetic femoral fractures classification and demographics of 1049 periprosthetic femoral fractures from the Swedish National Hip Arthroplasty Register.* J Arthroplasty 2005;20:857-65.
- 14 Lindahl H, Malchau H, Oden A, et al. *Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the femur.* J Bone Joint Surg Br 2006;88:26-30.
- 15 Lindahl H. *Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty.* Injury 2007;38:651-4.
- 16 Malchau H, Herberts P, Eisler T, et al. *The swedish total hip replacement register.* J Bone Joint Surg Am 2002;84-A Suppl 2:2-20.
- 17 Nogler MM, Thaler MR. *The direct anterior approach for hip revision: accessing the entire femoral diaphysis without endangering the nerve supply.* J Arthroplasty 2017;32:510-4.
- 18 Ohly NE, Whitehouse MR, Duncan CP. *Periprosthetic femoral fractures in total hip arthroplasty.* Hip Int 2014;24:556-67.
- 19 Zhao HY, Kang PD, Xia YY, et al. *Comparison of early functional recovery after total hip arthroplasty using a direct anterior or posterolateral approach: a randomized controlled trial.* J Arthroplasty 2017;32:3421-8.

M. Mariconda
M. Rizzo
G. Balato

*Cattedra di Ortopedia e Traumatologia,
Dipartimento di Sanità Pubblica,
Università "Federico II" di Napoli*

Planning chirurgico nelle revisioni acetabolari

Planning in acetabular revision of total hip arthroplasty

Riassunto

La revisione della componente acetabolare rappresenta una procedura complessa, soprattutto in pazienti con difetti ossei segmentari e/o cavitari severi e qualità ossea compromessa. La stadiazione dell'entità del difetto osseo sugli esami preoperatori di diagnostica per immagini è fondamentale per valutare la migliore strategia chirurgica. A tale scopo, la classificazione di Paprosky resta un punto di riferimento. La pianificazione dell'impianto da utilizzare, specialmente nelle procedure complesse di revisione acetabolare, è essenziale. Storicamente la pianificazione preoperatoria si è avvalsa dell'utilizzo di lucidi in scala, che riproducevano il profilo e le misure della componente protesica prescelta per l'impianto, con evidenti errori di magnificazione. Si è quindi gradualmente passati al planning bidimensionale digitale con software dedicato che utilizza immagini dematerializzate su PACS, sulle quali viene valutato il posizionamento del cotile da revisione da impiegare scelto in una libreria di impianti costantemente aggiornata. Tuttavia, specialmente per quanto riguarda l'entità dei difetti ossei cavitari e la valutazione dell'antiversione del componente acetabolare, il planning bidimensionale è suscettibile di errore. È stata pertanto introdotta la pianificazione tridimensionale su tomografia computerizzata (TC), che rappresenta il gold standard per la determinazione accurata del difetto osseo e della posizione della coppa acetabolare sui vari piani dello spazio. Con la pianificazione TC è possibile realizzare un modello 3D in materiale plastico del bacino, in modo da verificare, nei difetti ossei tipo III, il fitting di componenti acetabolari da revisione standard o la necessità di ricorrere a componenti custom-made.

Parole Chiave: pianificazione preoperatoria, revisione protesi anca, difetti acetabolari

Summary

Revision of the acetabular component is a complex procedure, especially in patients with severe segmental and / or cavitary bone defects and impaired bone quality. Staging the bone defect on preoperative imaging is essential to assess the best surgical strategy. For this reason, the Paprosky classification remains a reference point. The preoperative planning of the implant, especially in complex acetabular revision procedures, is essential. Historically preoperative planning was carried out overlaying transparencies, which reproduced the profile and measurements of the prosthetic component chosen for the implant, with obvious errors in magnification. We then gradually switched to digital two-dimensional planning with dedicated software and images on PACS on which is evaluated the position of the revision cup, in a constantly updated library of models. However, especially with regard to the severity of cavity bone defects and the evaluation of the integration of the acetabular component, two-dimensional planning is susceptible to error. Three-dimensional computerized tomography (CT) planning was therefore introduced, and actually represents the gold standard for the accurate determination of the bone defect and the position of the acetabular cup in the various planes of space. With the TC planning it is possible to realize a 3D plastic model of the pelvis, in order to verify, in the type III bone defects, the fitting of standard acetabular components for revision or custom-made components

Key words: preoperative planning, hip revision, acetabular defects classification

Introduzione

Nonostante il continuo miglioramento delle tecniche chirurgiche e del design di impianto, il numero delle revisioni di artroprotesi totale di anca (PTA) è in continuo aumento¹. La revisione della componente acetabolare rappresenta una procedura

Indirizzo per la corrispondenza:
Massimo Mariconda
maricond@unina.it

complessa, soprattutto in pazienti con difetti ossei segmentari e/o cavitari severi e qualità ossea compromessa. L'obiettivo di una revisione acetabolare consiste nel ripristino di un'anatomia e di una geometria articolari normali o prossime al normale, trattando contestualmente e per quanto possibile la perdita ossea precedente all'intervento e quella dovuta alle manovre intraoperatorie necessarie per la rimozione delle componenti protesiche e del cemento. La gestione delle mobilizzazioni pone quattro problemi principali: la reintegrazione del bone stock perduto, il ripristino del centro di rotazione dell'acetabolo, la fissazione stabile della nuova componente acetabolare ed il recupero della lunghezza dell'arto inferiore. In genere, recuperando il centro di rotazione, si corregge anche l'eterometria longitudinale degli arti inferiori, ma la principale difficoltà nella chirurgia di revisione acetabolare è la valutazione ed il trattamento della perdita ossea.

La caratteristica del difetto osseo, in termini di *estensione* e *localizzazione*, rappresenta il principale fattore che influenza la metodica di ricostruzione acetabolare ed il risultato finale. Per sfruttare a pieno le moderne tecnologie ricostruttive acetabolari è necessaria una dettagliata valutazione tridimensionale e la classificazione preoperatoria del difetto osseo, al fine di pianificare, con approccio personalizzato, l'impianto da adoperare e la strategia di trattamento dell'eventuale difetto osseo.

Classificazione dei difetti ossei acetabolari

Al fine di standardizzare la valutazione preoperatoria del difetto osseo e pianificare un'adeguata metodica di trattamento chirurgico, nel corso degli ultimi venti anni sono stati sviluppati e proposti numerosi sistemi di classificazione dei difetti ossei acetabolari²⁻⁷. La classificazione di Paprosky⁵ è frequentemente utilizzata per quantificare l'entità della perdita di sostanza acetabolare ed indirizzare il chirurgo verso la corretta strategia di revisione della protesi totale d'anca. Nonostante le soluzioni proposte per colmare il deficit osseo acetabolare siano state in qualche misura superate dall'avvento delle nuove tecnologie ricostruttive, la classificazione di Paprosky resta essenziale per la stadiazione dell'entità del difetto e per la pianificazione preoperatoria. Questo sistema classificativo, validato ed affidabile⁸, prevede tre gradi di crescente severità del difetto acetabolare

I difetti di tipo I si caratterizzano per un'osteolisi di grado minimo con integrità della fossa acetabolare. La perdita ossea è minima, il margine acetabolare è intatto e non vi è migrazione delle componenti protesiche cotiloidee.

I difetti di tipo II comprendono quelli in cui si verifica una

migrazione del cotile in direzione craniale inferiore a 2 cm e una migrazione mediale, con integrità delle colonne conservate.

I difetti di tipo II comprendono tre sottotipi:

- il tipo *II A* è caratterizzato dalla migrazione supero-mediale del cotile, mentre il margine acetabolare risulta indenne;
- il tipo *II B* presenta una migrazione in senso supero-laterale del cotile, con perdita ossea segmentaria del bordo acetabolare superiore;
- il tipo *II C* implica la lisi del teardrop, con conseguente perdita ossea del muro mediale.

I deficit di tipo I e II presentano almeno il 70% di osso ospite conservato, una volta che la componente acetabolare è stata rimossa ed è stata preparata la cavità. In questi casi l'utilizzo di cotili emisferici in titanio o tantalio trabecolare, con o senza l'ausilio di viti, consente di ottenere buoni risultati⁹. L'impiego di innesti ossei morcellizzati, autologhi o di banca, permette di migliorare il bone stock ed implementare l'osteointegrazione secondaria del componente non cementato. Nel difetto di tipo II B, il cotile presenta una morfologia oblunga, per la quale si rende necessario l'uso di un impianto di grandi dimensioni, se le caratteristiche anatomiche locali lo consentono. In alternativa, è possibile utilizzare innesti ossei strutturali o augments craniali, al fine di ripristinare il centro di rotazione articolare.

I difetti ossei di tipo III sono i più severi. In tali casi è necessario intervenire con impianti, omo-innesti o augments con funzione supportiva, allo scopo di colmare la perdita di sostanza e gestire correttamente i carichi e la geometria articolare.

I deficit di tipo *III A* si caratterizzano per una migrazione superiore della componente acetabolare ≥ 3 cm, con osteolisi mediale e ischiatica indicative di perdita della colonna posteriore. Tuttavia la linea di Kohler si presenta intatta e la perdita di sostanza è relativamente localizzata (da ore 10 a ore 2). In tali condizioni è spesso difficile o impossibile utilizzare componenti acetabolari da primo impianto per ripristinare il centro di rotazione anatomico dell'anca. Può rendersi necessario l'uso di anelli da ricostruzione o di innesti ossei massivi per ripristinare il fisiologico centro di rotazione.

I deficit di tipo *III B* sono caratterizzati dalla presenza di meno del 50% di osso acetabolare residuo ed il difetto si estende da ore 9 a ore 5. I tentativi di ottenere una fissazione con un impianto emisferico sono in questi casi velleitari, per l'insufficiente qualità e quantità dell'osso residuo. In tali casi è raccomandato l'impiego di anelli da ricostruzione, con o senza l'uso di trapianti ossei omologhi, per garantire la stabile fissazione della componente da revisione. Un'alternativa è la realizzazione di componenti acetabolari custom-made.

Per *disgiunzione pelvica (PD)* si intende la dissociazione della metà distale e prossimale dell'acetabolo con perdita di sostanza ossea, associata ad osteolisi e mobilizzazione della componente acetabolare. In tale contesto è necessario utilizzare componenti custom-made o omoinnesti ossei massivi.

Planning preoperatorio

Come si è detto, in molte mobilizzazioni acetabolari severe (tipo III Paprosky), il centro di rotazione dell'anca risulta essere medializzato e/o cranializzato, a causa della migrazione delle componenti protesiche e della grave perdita di osso. Può essere difficile ottenere una stabilità primaria del cotile da revisione, premessa indispensabile per la successiva osteointegrazione e per un risultato duraturo nel tempo. Per tali motivi, in tutti gli interventi in cui è necessaria la sostituzione della componente acetabolare, è di fondamentale importanza eseguire una corretta pianificazione pre-operatoria, anche allo scopo di predisporre una soluzione ricostruttiva efficace per gestire il difetto osseo. In sede di pianificazione vanno correttamente identificati tutti i reperi anatomici che guidano il posizionamento del nuovo impianto, le strategie per il ripristino del centro di rotazione e per la correzione dell'eventuale eterometria degli arti inferiori. È indispensabile prevedere con precisione l'offset acetabolare e la lunghezza dell'impianto definitivo, al fine di realizzare condizioni che garantiscano la stabilità postoperatoria della protesi. La posizione del cotile da revisione va quindi ottimizzata, compatibilmente con la quantità e qualità di osso residuo, in termini di antiversione, inclinazione e ripristino del centro di rotazione. È importante notare come nelle revisioni acetabolari isolate occorra quantificare preliminarmente la versione dello stelo femorale, allo scopo di regolare la versione del componente acetabolare, in modo da garantire all'impianto un'antiversione combinata che prevenga l'impingement tra cotile e stelo, condizione che può determinare instabilità dell'impianto e dolore. Il ripristino del centro di rotazione articolare, determinato sulla base della simmetria con l'arto controlaterale e dell'offset, è fondamentale ai fini di una migliore biomeccanica articolare¹⁰. Piccoli aggiustamenti del centro di rotazione sono spesso necessari per migliorare la fissazione dell'impianto all'osso residuo. Durante la programmazione dell'intervento viene ovviamente valutata l'eventuale necessità di augments e/o innesti e la misura delle componenti protesiche da revisione.

Planning tradizionale

Storicamente la pianificazione preoperatoria si è avvalsa dell'utilizzo di lucidi in scala, che riproducevano il profilo e le misure della componente protesica prescelta per l'im-

pianto. Posizionando tali lucidi con opportuno orientamento sulle radiografie del paziente effettuate in ortostatismo, era possibile pianificare l'impianto definitivo da utilizzare. Il limite di tale metodica è rappresentato dalla approssimazione nella magnificazione dell'immagine radiografica che spesso si riflette negativamente sull'accuratezza della pianificazione. Inoltre, la dematerializzazione delle immagini radiografiche ha di fatto eliminato la stampa delle stesse, rendendo impossibile la pianificazione tradizionale.

Planning bidimensionale digitale

La pianificazione bidimensionale assistita dal computer si avvale di un software dedicato. A tal fine è essenziale ottenere radiogrammi standardizzati effettuati in ortostatismo con l'utilizzo di reperi per la calibrazione automatica dell'immagine (sfere metalliche o markers radiopachi). I radiogrammi, acquisiti tramite il PACS dell'ospedale o da supporto informatico esterno (CD), consentono di scegliere tipologia e dimensioni dell'impianto da revisione, grazie ad una libreria digitalizzata e costantemente aggiornata dei vari impianti presenti sul mercato. Il limite di tale metodica di pianificazione è rappresentato dalla bidimensionalità delle immagini e dei templates dell'impianto, che non consente una valutazione accurata del difetto osseo e dell'integrità colonnare in una struttura anatomicamente complessa come l'acetabolo.

Planning tridimensionale

I software commerciali attualmente disponibili per il planning radiologico bidimensionale sono utili per prevedere correttamente l'inclinazione e l'antiversione del componente acetabolare da revisione. Tuttavia, per quanto riguarda specificamente la valutazione dell'antiversione, sono piuttosto suscettibili di errore, con imprecisioni medie superiori a 7° anche quando si utilizzi come repere la inter tear-drop line, maggiormente affidabile della linea bisischiatrica¹¹. Così, la tomografia computerizzata (TC) rappresenta il gold standard per la determinazione accurata della posizione della coppa acetabolare sui vari piani dello spazio, specie quando vi è scarsa tolleranza angolare. Sono stati quindi sviluppati programmi di pianificazione basati sulla TC. L'utilizzo dell'esame TC preoperatorio consente la valutazione triplanare del difetto osseo acetabolare ed una accurata misurazione del volume delle lesioni osteolitiche (Fig. 1). Questa modalità di pianificazione consente inoltre una valutazione della qualità dell'osso residuo. La TC è sicuramente più accurata delle radiografie convenzionali nello studio del deficit del muro mediale e della parete posteriore dell'acetabolo. Vengono eseguite scansioni TC multispirali con spessore della sezione ≤ 1 mm. Le scansioni TC nell'imaging digitale vengono elaborate e purificate dalle interferenze creando un modello 3D digitale



Figura 1. A) pianificazione bidimensionale computer-assistita di revisione acetabolare, il difetto viene classificato come II B sec. Paprosky; B, C, D) la ricostruzione TC triplanare evidenzia un esteso difetto osseo misto cavitario e segmentario, classificabile come tipo III B, impossibile da gestire con un cotile emisferico standard da revisione.

dell'acetabolo. L'elaborazione, tramite software dedicato, consente anche di separare l'impianto e i tessuti molli dal modello. Con l'utilizzo di una stampante tridimensionale, è possibile realizzare un modello 3D in materiale plastico del bacino, in modo da verificare, nei difetti ossei tipo III, il fitting di componenti acetabolari da revisione standard o la necessità di ricorrere a componenti custom-made. Infatti la processazione delle immagini TC 3D consente di realizzare componenti acetabolari custom-made che predeterminano la lunghezza e traiettoria delle viti di fissaggio, il design delle flange di fissazione sull'ileo, ischio e pube, e tengono anche in considerazione la qualità dell'osso al fine di garantire un solido ancoraggio alle viti. Studi recenti¹² hanno dimostrato una buona accuratezza nel posizionamento di impianti acetabolari custom-made nei difetti Paprosky III con il planning 3D preoperatorio, per quanto

riguarda l'inclinazione, l'antiversione ed il posizionamento del centro di rotazione articolare. Altri studi riportano tuttavia una frequenza non trascurabile di malposizionamenti del componente custom-made rispetto al planning in uno o più piani dello spazio¹³. La pianificazione TC 3D risulta anche utile in caso di difetto osseo mediale severo dell'acetabolo, con protrusione in addome delle componenti protesiche mobilizzate. In tali casi, anche grazie all'utilizzo dell'integrazione angio-TC, è possibile studiare i rapporti degli impianti da rimuovere con le strutture vascolari e viscerali endopelviche.

Bibliografia

- 1 Patel A, Pavlou G, Mújica-Mota RE, et al. *The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales:*

- a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset.* Bone Joint J 2015;97:1076-81. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
- 2 Engh CA, Glassman AH, Griffin WL, et al. *Results of cementless revision for failed cemented total hip arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1988;235:91-110.
 - 3 Gustilo RB, Pasternak HS. *Revision total hip arthroplasty with titanium ingrowth prosthesis and bone grafting for failed cemented femoral component loosening.* Clin Orthop Relat Res 1988;235:111-9.
 - 4 D'Antonio JA. *Periprosthetic bone loss of the acetabulum: classification and management.* Orthop Clin North Am 1992;23:279-90.
 - 5 Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. *Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation.* J Arthroplasty 1994;9:33-44.
 - 6 Gross AE, Allan DG, Catre M, et al. *Bonegrafts in hip replacement surgery: the pelvic side* Orthop Clin North Am 1993;24:679-95.
 - 7 Pipino F, Molfetta L. *GIR classification of acetabular and femoral bone loss in revision hip arthroplasty surgery.* J Orthopaed Traumatol 2000;2:69-77.
 - 8 Yu R, Hofstaetter JG, Sullivan T, et al. *Validity and reliability of the Paprosky acetabular defect classification.* Clin Orthop Relat Res 2013; 471:2259-65.
 - 9 García Cimbreló E, García-Rey E. *Bone defect determines acetabular revision surgery.* Hip Int 2014;24:S33-6.
 - 10 Arauz P, Peng Y, MacAuliffe J, et al. *In-vivo 3-dimensional gait symmetry analysis in patients with bilateral total hip arthroplasty.* J Biomech 2018;77:131-7.
 - 11 Bayraktar V, Weber M, von Kunow F, et al. *Accuracy of measuring acetabular cup position after total hip arthroplasty: comparison between a radiographic planning software and three-dimensional computed tomography.* Int Orthop 2017;41:731-8.
 - 12 Weber M, Witzmann L, Wieding J, et al. *Customized implants for acetabular Paprosky III defects may be positioned with high accuracy in revision hip arthroplasty.* Int Orthop 2018;10. doi:10.1007/s00264-018-4193-3.
 - 13 Baauw M, van Hellemond GG, van Hooff ML, et al. *The accuracy of positioning of a custom-made implant within a large acetabular defect at revision arthroplasty of the hip.* Bone Joint J 2015;97:780-5.

F. Bonnomet
D. Eichler
M. Ehlinger
P. Adam

Service de Chirurgie Orthopédique et de
Traumatologie ud Membre Inférieur
Hôpital de Hautepierre, Hôpitaux
Universitaires de Strasbourg, France

Double mobility cups in revision hip arthroplasty

Cotili a doppia mobilità nella revisione artroplastica dell'anca

Summary

Instability and prosthetic revision are closely related. Ten percent of primary revisions are due to prosthetic instability, which constitutes the 4th revision etiology. After revision, the risk of instability is multiplied by 3 to 5 versus primary surgery (7.5 to 25% depending on the series). Moreover, the first cause of re-revision is instability (31% according to the 2015 Australian register) and if the number of revision is > 4, the risk of instability is equal to 100%.

Prevention of instability in prosthetic revision is therefore an essential factor in the choice of surgical technique and implants used. The literature review concludes that:

1. dual-mobility cups significantly reduce the risk of dislocation after prosthetic revision;
2. unlike conventional cups, there is no additional instability with a dual-mobility cup in isolated acetabular revision vs. bipolar revision;
3. in case of revision for instability, dual-mobility cup solves the problem of instability;
4. survival of dual-mobility cups in prosthetic revision is similar to conventional cups, including cemented cups in support frames.

To succeed this challenge, the choice must be on the most complete range of implants as possible, including uncemented first-line implants for simple revision but also uncemented revision implants allowing bone reconstruction or cemented implants adaptable to different types of acetabular support frame, including custom-made.

Key words: dual mobility cup, hip revision, instability

Riassunto

L'instabilità e la revisione protesica sono intimamente legate. Il dieci per cento delle revisioni primarie sono dovute a un'instabilità protesica che costituisce così la quarta eziologia di revisione. Dopo la revisione, il rischio di instabilità è moltiplicato da 3 a 5 volte rispetto alla chirurgia primaria (da 7,5- al 25% a seconda della serie). Inoltre, la prima causa di revisione è l'instabilità (31% secondo il registro australiano 2015) e se il numero di revisione è > 4, il rischio di instabilità è pari al 100%. La prevenzione dell'instabilità è quindi, nella revisione protesica, un fattore essenziale nella scelta della tecnica chirurgica e delle protesi utilizzate. L'analisi della letteratura permette di concludere che:

1. *i cotili a doppia mobilità riducono in modo significativo il rischio di lussazione dopo revisione protesica;*
2. *a differenza dei cotili convenzionali, non vi è più instabilità con un cotile a doppia mobilità in revisione acetabolare isolata rispetto a una revisione bipolare;*
3. *in caso di revisione per instabilità, il cotile doppia mobilità risolve il problema dell'instabilità;*
4. *la sopravvivenza dei cotili a doppia mobilità nella revisione protesica è simile ai cotili convenzionali, e questo anche per i cotili cementati in armature di sostegno.*

Per vincere questa sfida, deve essere scelta una gamma quanto più ampia possibile, comprendente impianti di prima intenzione non cementati per semplici revisioni, ma anche impianti di revisione non cementati che consentano una ricostruzione ossea o impianti cementi che si adattano a diversi tipi di armature di sostegno, comprese protesi su misura.

Parole chiave: cotili a doppia mobilità, revisione protesica, instabilità

Indirizzo per la corrispondenza:

François Bonnomet

Service de Chirurgie Orthopédique et de
Traumatologie du Membre Inférieur
Hôpital de Hautepierre, Hôpitaux
Universitaires de Strasbourg, France

francois.bonnomet@chru-strasbourg.fr

Introduction

Instability and prosthetic revision are intimately linked. Ten % of primary revisions are due to instability issues and in France, it's the 4th etiology of THA revision ¹. The risk of instability after revision is multiplied by 3 to 5 compared to primary surgery with rates of 7.5 to 25% according to the series. The first cause of re-revision is instability with a rate of 31% according to the 2015 Australian Register. After 4 revisions, it's proved that the risk of instability is equal to 100% ². The DM cup seems to be today the solution to reduce the risk of dislocation after revision.

Implants and operative technique

A wide range of DM implants was developed to face different situations, from the simple case of primary surgery to massive bone losses, due to multiple revisions, osteolysis or associated acetabular fractures. The main idea is to fix the DM cup on healthy bone. Uncemented press-fixation must be used as often as possible. And if necessary, the device must be provided with tripodal fixation and/or acetabular tear drop hook. Your implant portfolio must offer too the possibility of cementing the DM cup into the bone or into a metallic armature well fixed on the healthy bone. Well known in primary surgery, a press-fit cup is the best choice in case of very low bone loss like in a Paprosky stage 1 revision case with a single wider acetabulum (Fig. 1). When a perfect press-fit could not be obtained, in order to

keep a cup size not too big to avoid muscular conflicts, a tripodal fixation, using 2 pegs and 1 screw orientated in 3 orthogonal planes, is added to the press-fit.

This device is usefull in primary surgery with fragile bone stock but it can be also very usefull in Paprosky 2A and 2C revision cases (Fig. 2).

When the press fit is difficult to obtained even with the tripodal fixation, due to an oval acetabulum or a gap in the acetabular ground, you need a hook tightly fixed on the tear drop.

It allows to keep a better vertical acetabular positioning too but you need to have an intact tear drop. In addition to bone graft reconstruction, it is useful in Paprosky 2B or 2C revision cases (Fig. 3).

In case of bone defect of the pillars, press-fit is impossible to achieve. An armature must be used, as long as it could be fixed on healthy bone. The first armature available is the Kerboul-type Cross which allows easily bone grafting. The plate has 4 holes and the cross is tightly fixed on the tear-drop and the DM cup is cemented into the armature (Fig. 4). If there is no tear drop, no pillars and a ground gap, we can use special reinforcement ring like the Burch-Schneider anti protrusio cage and the DM cup is also cemented in the armature.

Results

In the last years, different studies gave us some interesting results ³⁻⁸. They collected revision with reconstruction by

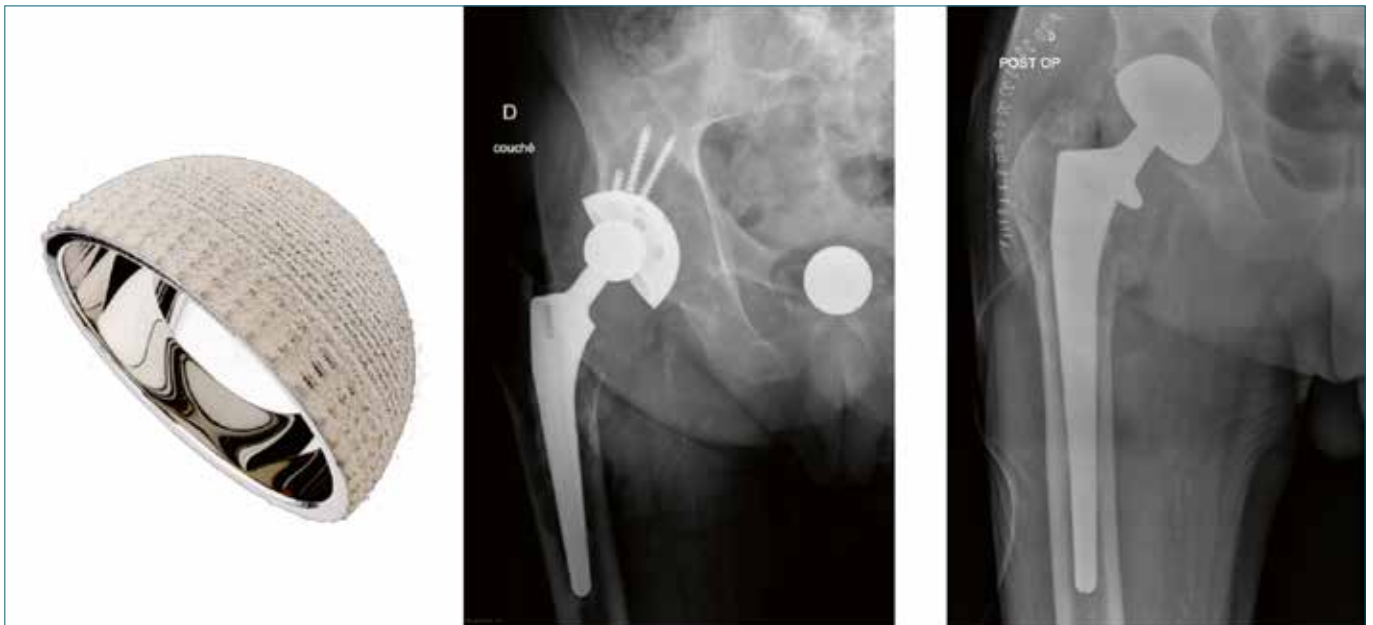


Figure 1. DM press-fit cup (Novae Sunfit®, SERF) in Paprosky 1 revision case.



Figure 2. DM cup (Novae E®, SERF) with press-fit and tripodal fixation: 2 pegs and 1 screw orientated in 3 orthogonal planes (ischion, ilion, pubis) with bone reconstruction by allograft in Paprosky 2C revision case.



Figure 3. DM cup (Coptos®, SERF) with press-fit and and tear drop hook + 2 plots + 4 iliac screws with bonne reconstruction by allograft in Paprosky 2B revision case.

graft, armature and DM cemented cup in case of important bone loss and, in more simple cases, a press fit DM cup, with or without graft (Tab. I).

One study collected also 7 cases of DM cemented cup directly into the bone host.

For all this studies, the rate of dislocation was very low,

under 2% except for the study of Philippot et al. ⁷, which is the oldest one and where the rate of infection as reason for revision (20%) was the higher of all this studies The rate of mechanical failures is also very low except for the study of Lebeau et al. ³, which concerns in 88% of the cases acetabular lesion stage 3 and 4 according to the SoFCOT



Figure 4. DM cemented cup (Novae Stick®, SERF) with Kerboul cross with bonne reconstruction by allograft in Paprosky 3A revision case.

Table I. Results of DM cup in revision cases (DM pres fit, DM cemented, DM cemented + armature).

	N	Reconstruction	FU	Dislocation	Re-revision for mechanical failure
Lebeau et al. ³	62	62 DM + armature	6,5y	1,6%	n = 7 (5 loosening, 2 dislocations)
Wegrzyn et al. ⁴	994	695 DM press fit 7 DM cemented 292 DM + armature	7,3y	1,5%	NP
Simian et al. ⁵	74	27 DM press fit 47 DM + armature	7,2y	1,4%	n = 2 (1 loosening, 1 dislocation)
Vasukutty et al. ⁶	155	122 DM press fit 33 DM + armature	3,5y	n = 3 n = 0	n = 0 n = 1 (1 loosening)
Philippot et al. ⁷	163	110 DM press fit 53 DM + armature	7,5y	3,7%	2,4% (2 loosening, 1 wear, 1 implant fracture)
Haehn et al. ⁸	66	66 DM cemented	4y	0%	n = 1 (1 loosening)

classification, that means destruction of more than 2 walls of the acetabulum.

One study concerns the use of a DM cup directly cemented into the acetabulum.

Usually, it's recommended to cement the DM cup into an armature but sometimes, particularly for old patients with low stage of acetabular defect, if you are afraid to put a press fit cup, you can cement the directly into the bone, with safe results concerning dislocation and loosening.

Recently, some studies have compared DM and standard PE cups in acetabular revision (Tab. II). Concerning the dislocation rate, it's in favour of the DM cup with a rate below 3% while it can be more than 15% with standard PE cups. And concerning the risk of loosening, cementing a DM cup into an armature doesn't increase the risk of acetabular loosening.

Table II. Results of DM cup vs PE cup in revision cases.

	N	FU	Dislocation	Aseptic loosening
Jauregui et al. ⁹	60 DM 120 standard cups	30 months	1,7% 5,8%	1,7% 4,2%
Gonzales et al. ¹⁰	150 DM 166 standard cups	31 months 52 months	2,7% 7,8%	NP
Hernigou et al. ¹¹	35 DM 32 standard cups	7 years	0% 15,6%	0% 0%

Conclusion

The DM cup in prosthetic revision provides a reliable result in terms of survival and dislocation rate. As shown by Philippot et al. ⁷, the DM cup solves the problem of instability with no recurrence of instability after revision when the reason of the revision was a problem of instability. Unlike conventional cups, there is no additional instability with a DM cup in isolated acetabular revision when compared to bipolar revision. The consolidation of allografts is not compromised at midterm by the stiffness of the assemblage: reinforcement device and cemented DM cup ¹².

References

- 1 Delaunay C, Hamadouche M, Girard J, et al.; the SoFCOT Group. *What are the causes for failures of primary hip arthroplasties in France?* Clin Orthop Relat Res 2013;471:3863-69.
- 2 Dedome D. *Etude comparative de deux cupules cimentées dans une croix de Kerboull au cours des reprises de prothèse totale de hanche.* Thèse Médecine. Nancy. Octobre 2013.
- 3 Lebeau N, Bayle M, Belhaouane R, et al. *Total hip arthroplasty revision by dual-mobility acetabular cup cemented in a metal reinforcement: a 62 case series at a minimum 5 years follow-up.* Orthop Traumatol Surg Res 2017;103:679-8.
- 4 Wegrzyn J, Tebaa E, Jacquel A, et al. *Can dual mobility cups prevent dislocation in all situations after revision total hip arthroplasty.* J Arthroplasty 2015;30:631-40.
- 5 Simian E, Chatellard R, Druon J, et al. *Dual mobility cup in revision total hip arthroplasty: dislocation rate and survival after 5 years.* Orthop Traumatol Surg Res 2015;101:577-81.
- 6 Vasukutty NL, Middleton RG, Matthews EC, et al. *The double-mobility acetabular component in revision total hip replacement. The United Kingdom experience.* J Bone Joint Surg [Br] 2012;94:603.
- 7 Philippot R, Adam P, Reckhaus M, et al. *Prévention des luxations par la double mobilité lors des reprises d'arthroplasties totales de hanche.* Rev Chir Orthop 2009;95:505-11.
- 8 Haen TX, Lonjonb G, Vandebussche B. *Can cemented dual-mobility cups be used without a reinforcement device in cases of mild acetabular bone stock alteration in total hip arthroplasty?* Orthop Traumatol Surg Res 2015;101:923-7.
- 9 Jauregui JJ, Pierce TP, Elmallah RK, et al. *Dual mobility cups: an effective prosthesis in revision total hip arthroplasties for preventing dislocations.* Hip Int 2016;26:57-61.
- 10 Gonzalez AI, Bartolone P, Lubbeke A, et al. *Comparison of dual-mobility cup and unipolar cup for prevention of dislocation after revision total hip arthroplasty.* Acta Orthop 2017;88:18-23.
- 11 Hernigou P, Auregan JC, Potage D, et al. *Dual-mobility implants prevent hip dislocation following hip revision in obese patients.* Int Orthop 2017;41:469-73.
- 12 Roche O, Bonnomet F. *La cupule à double mobilité dans les reprises de prothèse totale de hanche.* Cahier d'Enseignement de la SOFCOT, Le Double Mobilité «en marche» dans les prothèses de hanche, Elsevier Masson SAS, 2018;268-75.

M. Butera
U. Mattaliano
A. Grammauta
F. Raso
E. Scirica
R. Sciortino

UO Ortopedia e Traumatologia ARNAS
Ospedale Civico Palermo

Quale accoppiamento per la revisione

Which bearing surface for revision total hip arthroplasty

Riassunto

Nonostante gli eccellenti risultati ormai associati all'artroprotesi primaria d'anca, il fallimento e la revisione dell'impianto continuano a gravare, e non poco, sul sistema sanitario. Il numero degli interventi di revisione di un primo impianto stanno crescendo, rappresentando così un'importante sfida clinica ed economica. Le cause più comuni delle procedure di revisione di un'artroprotesi primaria sono la dislocazione (17,3%), seguita da vicino dalla mobilizzazione asettica (su base meccanica) (16,8%). Negli anni, numerosi sono stati gli studi, di ingegneria biomeccanica e non solo, volti a determinare quali fossero i materiali migliori da utilizzare nella progettazione e realizzazione di modelli protesici che garantissero un più lungo periodo di sopravvivenza. Al contrario però, esigua, per non dire pressoché inesistente, è la letteratura riguardante l'utilizzo dei materiali da utilizzare negli interventi di revisione protesica. La scelta di una superficie di appoggio per una revisione di un'artroprotesi primaria dovrebbe prendere in considerazione fattori quali l'età e il livello di attività del paziente, il costo dell'impianto e le preferenze dei chirurghi e dei pazienti. Sebbene gli studi di laboratorio e le piccole sperimentazioni cliniche abbiano generato risultati ottimistici per questi impianti alternativi in vitro e in vivo, molto resta ancora da imparare sulle prestazioni a lungo termine di questi materiali nei pazienti dopo un intervento di revisione totale dell'anca.

Parole chiave: anca, artroprotesi, revisione, tribologia

Summary

Despite the excellent outcomes associated with primary total hip arthroplasty (THA), implant failure and revision continues to burden the healthcare system. Revision THA is growing and represent important clinical and economic challenge. The most common etiologies of revision THA procedures were dislocation (17.3%), closely followed by mechanical loosening (16.8%). Over the years, there have been numerous studies of biomechanical engineering and more, aimed at determining which were the best materials to be used in the design and implementation of prosthetic models that would guarantee a longer survival period of a prosthetic implant. On the contrary, however, the literature on the use of materials to be used in prosthetic revision procedures. In view of what has been said so far, the choice of a support surface for a total hip arthroplasty review should take into consideration factors such as the patient's age and level of activity, the cost of the implant and the preferences of surgeons and patients. Although laboratory studies and small clinical trials have generated optimistic results for these alternative in vitro and in vivo implants, much remains to be learned about the long-term performance of these materials in patients after a total hip revision surgery.

Key words: hip, arthroplasty, revision, tribology

Nonostante gli eccellenti risultati ormai associati all'artroprotesi primaria d'anca, il fallimento e la revisione dell'impianto continuano a gravare, e non poco, sul sistema sanitario. Le cause del fallimento di un primo impianto si sono evolute nel tempo e mostrano variabilità in tutta la letteratura ¹.

Il numero degli interventi di revisione di un primo impianto stanno crescendo, rappresentando così un'importante sfida clinica ed economica.

Epidemiologia e cause di revisione

Le cause di questo incremento sono sicuramente da ricercarsi nel sempre più crescente numero di impianti e nell'aumento della vita media della popolazione.

Indirizzo per la corrispondenza:

Marcello Butera

ARNAS Osp. Civico Palermo
piazzale N. Leotta, 4/A
90127 Palermo

marcellobute@gmail.com

Una popolazione sempre più anziana significa che il numero assoluto di persone con una predilezione per l'artrosi è destinato a salire. Si stima che gli impianti di artroprotesi primaria aumenteranno del 40% nei prossimi 30 anni a causa del cambiamento demografico e si prevede che il più alto tasso di aumento sarà tra gli anziani di mezza età e gli over 85².

Gwam et al., in un recente lavoro del 2017, stimano che attualmente, oltre 50.000 procedure di revisione di artroprotesi primaria vengono eseguite ogni anno negli Stati Uniti, con un onere economico di 1 miliardo di dollari sul sistema sanitario. Stimano che la frequenza degli interventi di revisione dovrebbe addirittura raddoppiare entro il 2026, il che può essere attribuito a fattori quali il ritorno ad attività a più elevata richiesta funzionale e una migliore sopravvivenza dell'impianto. Inoltre, l'onere economico legato alle revisioni non è diminuito negli ultimi 40 anni, nonostante i progressi nella progettazione e nella tecnica chirurgica.

Le cause più comuni delle procedure di revisione di un'artroprotesi primaria sono la dislocazione (17,3%), seguita da vicino dalla mobilitazione asettica (su base meccanica) (16,8%). La dislocazione è la più comune indicazione per la revisione di testa/rivestimento isolata (25,7%), revisione della componente acetabolare (24,7%) e revisione di tutti i componenti (15,7%). La mobilitazione asettica è l'indicazione più comune per la revisione della componente femorale (22,5%), la revisione della componente acetabolare (21,7%) e la revisione di tutti i componenti (19,3%). Le cause rimanenti associate alla revisione di un primo impianto includevano altri problemi meccanici (13,4%), infezione/inflammation (12,8%), osteolisi periprotetica (5,7%), frattura periprotetica (4,8%), usura superficiale dell'interfaccia testina/inserto (4,7%), guasto/rottura dell'impianto (3,3%) e altre complicanze meccaniche di altri dispositivi ortopedici interni, impianti o innesti (2,6%). Da notare che altre cause, non facenti parte delle categorie sopra citate, costituivano il 14,6% di tutte le cause di revisione di artroprotesi primaria. Sempre secondo le ricerche condotte da Gwam et al., delle procedure di revisione di un primo impianto analizzate, la più frequentemente riportata è stata la revisione di tutti le componenti (40,3%), seguita dalla revisione della componente femorale (14,4%), la revisione della testina/inserto isolata (14,5%), revisione della componente acetabolare (14,5%) e artrotomia/rimozione della protesi (9,2%). Meno frequenti le revisioni non altrimenti specificate (7,1%). Sempre secondo questo studio le procedure di revisione di artroprotesi primaria vengono eseguite più frequentemente in pazienti di età pari o superiore a 75 anni (31,6%), seguiti da pazienti di età compresa tra 65 e 74 anni (26,2%)¹.

Quale accoppiamento

Negli anni, numerosi sono stati gli studi, di ingegneria bio-meccanica e non solo, volti a determinare quali fossero i materiali migliori da utilizzare nella progettazione e realizzazione di modelli protesici che garantissero un più lungo periodo di sopravvivenza di un impianto protesico, un minor numero di complicanze legato alla scelta dei materiali e all'accoppiamento degli stessi nelle diverse componenti protesiche, con conseguente diminuzione delle probabilità di dover ricorrere a un intervento di revisione di un primo impianto.

Al contrario però, esigua, per non dire pressoché inesistente, è la letteratura riguardante l'utilizzo dei materiali da utilizzare negli interventi di revisione protesica e ancor più su quale sia il miglior accoppiamento testina/inserto da utilizzare nella chirurgia di revisione.

Per poter meglio rispondere a tale quesito, si rende necessario fare un cenno sulla *tribologia* e su ciò che è l'oggetto dei suoi studi.

La tribologia è definita come la scienza delle superfici che interagiscono sotto un carico applicato e in movimento relativo (come nei cuscinetti o nelle marce). Include lo studio dell'attrito, della lubrificazione e dell'usura. L'usura è la rimozione di materiale, con la generazione di particelle di usura, che risulta dal movimento relativo tra due superfici apposte sotto carico. I principali meccanismi di usura sono l'adesione, l'abrasione e l'affaticamento. L'adesione comporta il legame delle superfici quando vengono premuti insieme sotto carico. Un movimento relativo sufficiente provoca il distacco del materiale da una o più superfici, di solito dal materiale più debole. L'abrasione è un processo meccanico in cui le asperità sulla superficie più dura tagliano e solcano attraverso la superficie più morbida, con conseguente rimozione del materiale. Quando le sollecitazioni locali superano la resistenza a fatica di un materiale, tale materiale si guasta dopo un certo numero di cicli di carico, con rilascio di materiale dalla superficie^{3,4}. Le condizioni in cui la protesi stava funzionando quando si è verificata l'usura sono state definite come le "Modalità di usura"⁵. L'usura della *Modalità 1* deriva dal movimento di due superfici portanti primarie l'una contro l'altra, come previsto. La *Modalità 2* si riferisce alla condizione di una superficie portante primaria che si muove contro una superficie secondaria che non era intesa per entrare in contatto con la prima. Di solito, questa modalità di usura si verifica dopo un'usura eccessiva in *Modalità 1*. Un esempio potrebbe essere quando una componente femorale penetra attraverso un rivestimento in polietilene modulare e si articola con il supporto metallico. La *Modalità 3* si riferisce alla condizione delle superfici primarie che si muovono l'una contro l'altra, ma con le particelle del terzo corpo interposte.

Nella *Modalità 3*, le particelle contaminanti possono abradere direttamente una o entrambe le superfici di appoggio primarie. Questo è noto come abrasione a tre corpi o usura a tre corpi. Le superfici dei cuscinetti primari possono essere deformate in modo transitorio o permanente da questa interazione, portando a un più alto tasso di usura in *Modalità 1*. La *Modalità 4* si riferisce a due superfici secondarie (non primarie) che si sfregano insieme. Esempi di usura *Modalità 4* includono l'usura dovuta al movimento relativo della superficie esterna di una componente modulare in polietilene contro il supporto metallico, la cosiddetta usura sul retro, la frizione tra un substrato metallico e una vite di fissaggio, oppure il fretting e la corrosione di connessioni coniche modulari e fonti extra-articolari. Le particelle prodotte dall'usura *Modalità 4* possono migrare verso le superfici portanti primarie, inducendo l'usura a tre corpi (*Modalità 3*)⁵.

La lubrificazione influisce notevolmente sulla quantità di abrasivo e in particolare sull'usura dell'adesivo. La performance tribologica di un'articolazione dipende dal film fluido che ricopre le sue superfici⁶. Un elevato rapporto tra spessore del film fluido e rugosità superficiale (rapporto λ) è desiderabile per ridurre l'attrito e l'usura. Un rapporto λ uguale o inferiore all'unità descrive la lubrificazione del limite. Con un rapporto λ crescente, l'attrito si riduce e il cuscinetto raggiunge uno stato di lubrificazione mista. Un valore > 3 rappresenta la lubrificazione a film fluido^{7,8}. La lubrificazione a film fluido separa completamente le superfici di un cuscinetto. Ciò si verifica quando il film lubrificante è più spesso dell'altezza delle asperità sulle superfici dei cuscinetti. In questa situazione, il carico viene trasportato dal fluido e l'usura del cuscinetto è minima. La lubrificazione a film misto separa le superfici solo parzialmente ed è rappresentata da un rapporto $\lambda > 1$ e < 3 . Per un dato carico e velocità di scorrimento, lo spessore del film fluido dipende dalle proprietà del fluido, i materiali dei cuscinetti, la macrogeometria del cuscinetto (che è una funzione del diametro e del gioco radiale) e la microtopografia superficiale (finitura superficiale)^{4,9}.

Fatta questa doverosa premessa e ribadendo che in letteratura poco è presente su quale sia la scelta del migliore accoppiamento da utilizzare nella chirurgia di revisione di un'artroprotesi primaria, è parere dello scrivente che non resti che rifarsi a quanto già sappiamo per gli interventi di primo impianto.

L'accoppiamento "*hard-on-soft*" ha incluso articolazioni in metallo/Polietilene (PE) e più recentemente in ceramica/PE. L'accoppiamento metallo/PE è stato per anni l'accoppiamento più comune e ha dimostrato di essere economico grazie al suo basso costo e alla sua facilità di produzione, in combinazione con buoni risultati a lungo termine, specialmente in soggetti con minore richiesta funzionale.

Le testine in titanio hanno avuto esito meno favorevole a causa dell'elevata percentuale di usura volumetrica, sensibilità al notching e usura del terzo corpo^{10,11} e non sono più utilizzate. L'accoppiamento cromo-cobalto/PE ha avuto un successo ragionevole a lungo termine. I problemi di degradazione delle proprietà meccaniche del PE e l'aumento delle velocità di usura^{12,13} a causa della precedente irradiazione gamma nell'aria e l'ossidazione sugli scaffali di stoccaggio¹⁴⁻¹⁶ sono stati ora parzialmente superati mediante procedure avanzate di cross linking e stabilizzazione che includono l'esposizione a una sequenza di radiazioni in un ambiente inerte combinato con una procedura di ricottura o fusione. Il PE ora ha eccellenti proprietà di usura a causa della lavorazione per ottenere crosslinked potenziati che producono PE ad altissimo peso molecolare (UHMWPE). Ciò ha portato a una maggiore durezza superficiale e una maggiore resistenza all'usura adesiva e abrasiva, anche se a scapito di una maggiore fragilità e della suscettibilità alla frattura. L'uso di vitamina E e altri additivi può potenzialmente migliorare le proprietà meccaniche del PE. Nonostante ciò, gli accoppiamenti metallo/PE presentano ancora i tassi di usura più elevati, rispetto ad altre combinazioni, a 0,28 mm/anno di usura volumetrica. L'utilizzo di testine in ceramica con resistenza ai graffi migliore rispetto alle testine in metallo in queste superfici d'accoppiamento ha portato a tassi di usura più favorevoli inferiori a 150 μm all'anno. Ciò rappresenta una diminuzione del 50% dei tassi di usura riportati per gli accoppiamenti tradizionali in metallo/PE.

Gli accoppiamenti "*hard-on-hard*" sono attualmente metallo-su-metallo e ceramica-su-ceramica. L'accoppiamento metallo su metallo viene realizzato in cromo-cobalto, offrendo un'elevata resistenza, una biocompatibilità superiore, un'eccellente resistenza alla corrosione e una ridotta tendenza al fretting. Dopo una fase iniziale di "usura", hanno una proprietà autolucidante e producono un'usura volumetrica notevolmente ridotta, stimata a 2,5-5,0 μm / anno. Inoltre, le particelle prodotte sono di dimensioni e numero minori che si pensa siano meno biologicamente attivi. Tuttavia, sono stati dimostrati livelli aumentati di ioni metallici nel sangue, nei tessuti linfatici, nelle urine e in altri tessuti con effetti a lungo termine non ancora chiariti. Potenziali effetti cancerogeni degli ioni metallici sono una seria preoccupazione sebbene nessun caso di neoplasia sia stato correlato direttamente con queste articolazioni. Ci può essere un potenziale per lo sviluppo di ipersensibilità al metallo di tipo ritardato con l'accoppiamento metallo/metallo. Le lesioni associate alla vasculite linfocitaria asettica (ALVAL) sono caratterizzate dalla presenza di ampi infiltrati perivascolari o diffusi dei linfociti B e T, ampie aree di necrosi possono essere causate da queste reazioni nonostante ci siano minimi detriti da usura all'interno di queste aree.

Gli accoppiamenti ceramica-su-ceramica combinano le proprietà di un materiale ad alta resistenza e resistente ai graffi con coefficienti di attrito molto bassi, in media 0,02, imitando quelli di un giunto normale. La loro superiore bagnabilità e le superfici idrofiliche favoriscono la lubrificazione rispetto a un accoppiamento metallo/metallo dello stesso diametro. Ciò aumenta con la dimensione della testa, con il potenziale "sacro graal" della lubrificazione idrodinamica in un'articolazione "hard-on-hard". Gli accoppiamenti ceramica/ceramica riducono l'usura abrasiva e adesiva e il numero di particelle di usura prodotte che possono prendere parte al processo di allentamento o all'usura del terzo corpo. Gli studi condotti su testine di allumina cadaveriche hanno mostrato che non vi sono stati cambiamenti nella ruvidità o rotondità della superficie e gli studi di microscopia elettronica a scansione hanno mostrato una deformazione della superficie quasi nulla rispetto alle teste in ceramica non utilizzate. Attualmente, Gli accoppiamenti ceramica/ceramica hanno il miglior profilo di usura, con tassi di usura annuali di 0,5-2,5 μm / anno e usura volumetrica media di 0,004 mm / -anno. Le particelle prodotte sono piccole e non attivano il percorso osteolitico come fa il PE. Gli attuali tassi di fallimento delle testine in ceramica sono inferiori allo 0,004%. Tuttavia, le ceramiche sono costose da produrre, sono instabili per alcune forme geometriche e sono fragili e se falliscono potrebbero fallire in modo catastrofico².

Negli ultimi anni, preoccupazioni specifiche riguardanti i tassi di usura del metallo su polietilene (l'accoppiamento più comune) hanno incoraggiato la produzione di impianti in polietilene più recenti con proprietà di usura migliorate, nonché superfici di supporto alternative. L'obiettivo che questi studi si pongono, come già detto, è migliorare la durata degli impianti di revisione e/o ridurre l'incidenza degli interventi di revisione.

In considerazione di quanto detto fino ad ora, la scelta di una superficie di appoggio per una revisione di un'artroprotesi primaria dovrebbe prendere in considerazione fattori quali l'età e il livello di attività del paziente, il costo dell'impianto e le preferenze dei chirurghi e dei pazienti. Sebbene gli studi di laboratorio e le piccole sperimentazioni cliniche abbiano generato risultati ottimistici per questi impianti alternativi in vitro e in vivo, molto resta ancora da imparare sulle prestazioni a lungo termine di questi materiali nei pazienti dopo un intervento di revisione totale dell'anca¹⁷.

È nostro parere quindi, sia auspicabile che, nei prossimi anni, si intraprendano reviews sistematiche, attente analisi dei registri regionali e nazionali e trials clinici al fine di fornire ai chirurghi conoscenze sempre più approfondite sui materiali da utilizzare nella chirurgia di revisione dell'anca e prolungare sempre più la durata e l'efficacia di un

secondo impianto, riducendone il tasso di complicanze e al contempo riducendo l'impatto che tale chirurgia ha sul sistema sanitario nazionale.

Bibliografia

- 1 Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, et al. *Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: national inpatient sample 2009 to 2013*. J Arthroplasty 2017;32:2088-92.
- 2 Mirza SB, Dunlop DG, Panesar SS, et al. *Basic science considerations in primary total hip replacement arthroplasty*. Open Orthop J 2010;4:169-80.
- 3 Schmalzried TP, Callaghan JJ. *Wear in total hip and knee replacements*. J Bone Joint Surg Am 1999;81:115-36.
- 4 Heisel C, Silva M, Schmalzried TP. *Bearing surface options for total hip replacement in young patients*. Instr Course Lect 2004;53:49-65.
- 5 McKellop HA, Campbell P, Park SH, et al. *The origin of sub-micron poly-ethylene wear debris in total hip arthroplasty*. Clin Orthop 1995;311:3-20.
- 6 Dowson D. *A comparative study of the performance of metallic and ceramic femoral head components in total replacement hip joints*. Wear 1995;190:171-83.
- 7 Medley JB, Bobyn JD, Krygier JJ, et al. *Elastohydrodynamic lubrication and wear of metal-on-metal hip implants*. In: Rieker C, Oberholzer S, Wyss U, eds. *World tribology forum in arthroplasty*. Bern: Hans Huber 2001, pp. 125-136.
- 8 Dowson D. *New joints for the Millennium: wear control in total replacement hip joints*. Proc Inst Mech Eng [H] 2001;215:335-58.
- 9 Schey JA. *Systems view of optimizing metal on metal bearings*. Clin Orthop 1996;329 Suppl: S115-27.
- 10 Harkess, JW. *Arthroplasty of the Hip*. In: Canale ST, ed. *Campbell's operative orthopaedics*. Chp. 10. Philadelphia: Mosb 2003; pp. 315-471.
- 11 Agins HJ, Alcock NW, Bansal M, et al. *Metallic wear in failed titanium-alloy total hip replacements. A histological and quantitative analysis*. J Bone Joint Surg Am 1988;70:347-56.
- 12 Bell CJ, Walker PS, Abeysondera MR, et al. *Effect of oxidation on delamination of ultrahigh-molecular-weight polyethylene tibial components*. J Arthroplasty 1998;13:280-90.
- 13 Rimmnac CM, Klein RW, Betts F, et al. *Post-irradiation aging of ultra-high molecular weight polyethylene*. J Bone Joint Surg Am 1994;76:1052-6.
- 14 Archibeck MJ, Jacobs JJ, Roebuck KA, et al. *The basic science of periprosthetic osteolysis*. Instr Course Lect 2001;50:185-95.
- 15 Bartel DL, Bicknell VL, Wright TM. *The effect of conformity, thickness, and material on stresses in ultra-high molecular weight components for total joint replacement*. J Bone Joint Surg Am 1986;68:1041-51.

¹⁶ Fisher J, Chan KL, Hailey JL, et al. *Preliminary study of the effect of aging following irradiation on the wear of ultrahigh-molecular-weight polyethylene*. J Arthroplasty 1995;10:689-92.

¹⁷ Patel D., Parvizi J., Sharkey PF. *Alternative bearing surface options for revision total hip arthroplasty*. Instr Course Lect 2011;60:257-67.

L. Turchetto
C. Gasparini
S. Saggini
N. Mastrantonio

Azienda ULSS 4 veneto Orientale,
Ospedale di Portogruaro

La ricostruzione acetabolare con anelli di rinforzo: è ancora una tecnica attuale

Acetabular reconstruction with impaction bone grafting and reinforcement rings is a technique which is still in current used

Riassunto

La strategia chirurgica per la revisione delle componenti acetabolari è condizionata dalla quantità e localizzazione dell'osso residuo. Difetti ossei acetabolari cavitari o segmentali con oltre il 50 % di osso innestato che sostiene la coppa, suggeriscono l'applicazione di un anello di rinforzo con uncino otturatorio o una gabbia antiprotusione a presa iliaca ed ischiatica. L'anello di rinforzo con gancio otturatorio può essere utilizzato con osso morcellizzato compresso o strutturato, solo se l'anello presenta contatto con l'osso ospite in regione superiore ed inferomediale. Se il difetto osseo risultasse globale ma ancora contenitivo, o in caso di discontinuità pelvica, è necessario utilizzare una gabbia antiprotusione. Gli obiettivi di questa tecnica chirurgica di revisione delle componenti protesiche acetabolari sono il ripristino della perdita ossea, la protezione meccanica dell'innesto osseo e la stabilità immediata del costruito. Presentiamo la tecnica chirurgica, le indicazioni, i risultati della letteratura e la nostra esperienza chirurgica. In conclusione, la ricostruzione acetabolare con anelli di rinforzo ed innesto osseo morcellizzato impattato è una tecnica chirurgica attuale ed affidabile che permette il ripristino della perdita ossea con elevata percentuale di sopravvivenza dell'impianto a medio lungo termine.

Parole chiave: anello di rinforzo acetabolare, anello di Ganz, gabbia antiprotusione di Burch Schneider

Summary

The surgical strategy for acetabular component revision is determined by available host bone stock. Acetabular bone deficiencies vary from cavitory or segmental defects to complete discontinuity. Segmental acetabular defects with more than 50% of the graft supporting the cup suggest the application of reinforcement ring or ilioischial antiprotusio devices. The roof ring with hook provides support from the ilium to the inferomedial part of the acetabulum. It can be used with morcellized or structural graft if the ring can make contact with host bone at the superior and inferomedial bone surface. If the defect is more global but still contained so that the entire acetabulum is filled with morcellized bone or in case of pelvic discontinuity the antiprotusio cage should be used. The aim is to bridge areas of bone loss providing immediate mechanical stability. Both devices protect morcellized or structural bone graft. We present our experience, the current indications, surgical techniques and results of reconstructing acetabular socket with bone allograft and reinforcement rings or antiprotusio cages. Acetabular reconstruction using roof ring with hook and antiprotusion cage combined with morselised or structural bone allograft has to be considered as a reliable procedure to manage severe periprosthetic deficiencies with highly successful long-term outcomes in revision arthroplasty.

Key words: acetabular reinforcement ring, burch-schneider cage, ganz ring, implant survival

Introduzione

La mobilizzazione asettica delle componenti acetabolari si accompagna frequentemente a una estesa perdita di tessuto osseo. Gli obiettivi da perseguire in ogni revisione sono il rispetto dei tessuti molli, la ricostruzione del patrimonio osseo, il ripristino della geometria articolare e la stabilità assoluta dell'impianto. Questa strategia è fortemente raccomandabile nei pazienti giovani che potrebbero necessitare

di un'ulteriore procedura di revisione. L'integrazione degli innesti ossei dipende dalla vitalità del sito ospite, dalla protezione meccanica dell'innesto e dalla stabilità della componente acetabolare impiantata. Se il contatto tra componente acetabolare e osso ospite risultasse inferiore al 50% l'uso di componenti primarie è controindicato a favore di tecniche alternative che prevedono l'uso di innesti ossei associati a componenti protesiche o anelli che prevedono una fissazione supplementare in sede otturatoria e iliaca e gabbie antiprotrusione con fissazione ileo ischiatica ¹. La revisione acetabolare con allograft osseo può essere condotta utilizzando osso strutturato o morcellizzato con o senza la protezione di una cage. Quando l'innesto osseo ricostruisce oltre il 50% dell'acetabolo è necessario proteggerlo dal carico con una cage. I difetti contenitivi, talvolta molto ampi, possono essere ricolmati con osso morcellizzato pressurizzato. La coppa di polietilene può essere applicata pressurizzando il cemento o, con l'interposizione di una cage. I difetti ossei segmentari non contenitivi dell'acetabolo vengono classificati come superiori o inferiori al 50% e possono richiedere l'uso di un allograft strutturale. L'uso dell'innesto massivo è controverso e solitamente viene limitato ai casi con estese perdite ossee. Nel 1994, Paprosky e Magnus ² pubblicarono i risultati delle loro revisioni eseguite utilizzando allograft strutturali e coppe cementate. In generale, quando la ricostruzione superava il 50% dell'acetabolo risultava indispensabile proteggere l'innesto con una cage, utile per il ripristino del centro di rotazione e per garantire un carico uniforme sull'allograft con stimolazione del rimodellamento e dell'osteointegrazione dell'innesto con l'osso ospite ³. Le cage e gli anelli antiprotrusione permettono al chirurgo la cementazione dell'insero in polietilene in ogni posizione utile, indipendentemente dall'orientamento dell'anello, proteggendo l'osso strutturato o morcellizzato durante la fase di rimodellamento. In caso di fallimento sarà possibile eseguire la nuova revisione anche con una coppa non cementata ⁴. Le indicazioni per l'uso di un innesto osso massivo o morcellizzato con cage non sono chiare. Il vantaggio dell'innesto massivo è il ripristino di un'estesa perdita ossea con supporto meccanico immediato. Lo svantaggio è rappresentato dalla lenta e limitata rivascolarizzazione con progressivo indebolimento meccanico ⁵. Al contrario, la ricostruzione con osso omologo morcellizzato e cage mostra un rapido rimaneggiamento e incorporazione dell'innesto. La stabilità strutturale viene garantita dalla corretta e meticolosa tecnica di impattazione dell'innesto e impianto della cage ¹.

Indicazioni

Piccoli difetti cavitari acetabolari possono essere gestiti con un semplice incremento dell'alesaggio, aumentando

la superficie di contatto tra osso nativo e impianto. Difetti cavitari contenitivi maggiori con bordo, colonne e tetto acetabolare conservati (Paprosky I) vengono ricolmati con osso morcellizzato e l'impianto di una coppa press fit con o senza viti aggiuntive. In questi casi la letteratura raccomanda il contatto della protesi con almeno il 50% di osso nativo ⁶. In presenza di difetti ossei segmentari estesi o combinati, l'innesto osseo con anelli acetabolari e gabbie antiprotrusione, rappresenta una delle poche alternative di trattamento. Questi sistemi metallici permettono il contenimento degli innesti ossei e la loro protezione dalle forze di carico, favorendo la rivascolarizzazione e l'osteointegrazione con l'osso ospite. I sistemi più utilizzati sono l'anello di Ganz, noto come anello di rinforzo del tetto acetabolare provvisto di gancio otturatorio, progettato per la ricostruzione del tetto acetabolare, di difetti cavitari e del margine laterale del bordo acetabolare (Paprosky II). Viene indicato quando la porzione infero mediale dell'acetabolo risulti indenne e consenta l'ancoraggio dell'uncino nell'incisura acetabolare (Fig. 1). La croce di Kerboull è composta da quattro flange lisce, emisferiche, che formano una croce concava. Il braccio distale termina con un uncino da inserire nel forame otturatorio e il prossimale con una placca rotonda provvista di fori per la fissazione iliaca mediante viti. La croce di Kerboull, analogamente all'anello di Ganz consente il ripristino del centro di rotazione e costituisce una barriera di protezione supero mediale degli innesti ossei. Quando l'assenza o la debolezza meccanica della porzione inferomediale dell'acetabolo non consenta l'uso di sistemi provvisti di gancio otturatorio, in presenza di difetti cavitari e segmentari estesi (Paprosky III A) e, nelle disgiunzioni pelviche (Paprosky III B), viene indicato l'anello antiprotrusione progettato da Burch nel 1974 e modificato da Schneider nel 1975. L'anello antiprotrusione è costituito da una vera e propria gabbia che si estende a ponte tra l'ileo e l'ischio con garanzia di maggiore stabilità e protezione degli innesti utilizzati per la ricostruzione. La stabilità primaria dell'impianto viene raggiunta ricolmando i difetti ossei e inserendo la flangia distale nell'ischio con

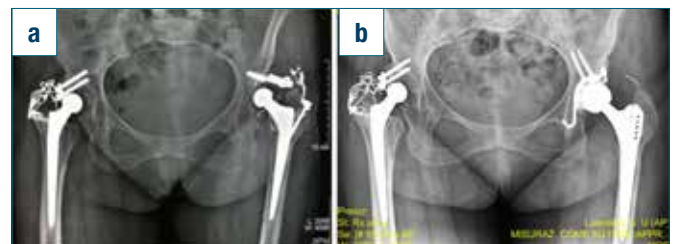


Figura 1. A) F. 64 a. Mobilizzazione artroprotesi cementata 24 a. dopo ricostruzione dell'acetabolo con autograft massivo. B) 7 a. Post revisione con anello di Ganz e stelo non cementato.

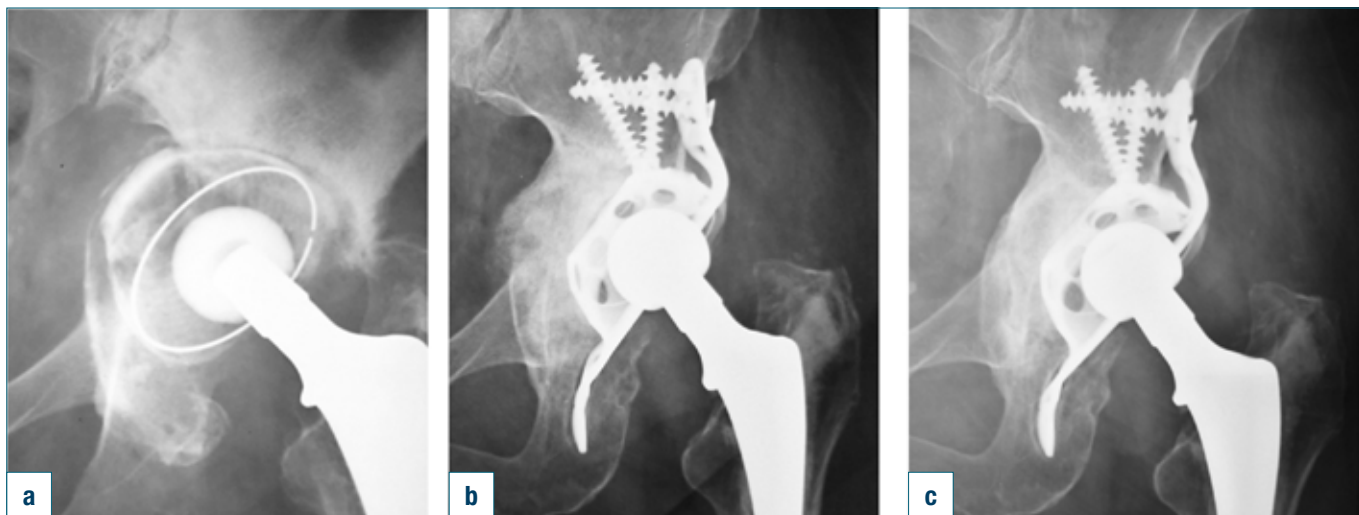


Figura 2. A) M. 74 a., 14 a. Post Op. Paprosky 3B. B) 1 a. post espianto coppa cementata, allograft morcellizzato ed impianto di anello di Burch Schneider. C) 10 a. Post Op. con evidente osteointegrazione dell'anello e rimaneggiamento dell'innesto osseo.

adeguato contatto metallo osso ospite sul bordo acetabolare posteriore, sul tetto e tra la flangia prossimale e l'ala iliaca. La cage, costruita in lega di titanio, trasferisce le forze di carico alla periferia della cavità acetabolare mediante le flange iliaca, ischiatica e il profilo curvilineo posteriore della cage che garantiscono un sufficiente contatto con l'osso nativo. La stabilità primaria dell'impianto contro l'osso nativo viene raggiunta con viti da spongiosa inserite sulla flangia iliaca e all'interno dell'anello. La cage protegge l'innesto osseo sottostante dal carico, evitando il riassorbimento e permettendo l'osteointegrazione con l'osso nativo (Fig. 2). La reale sopravvivenza delle cage non è chiara ma nei follow up a 10 anni varia dal 70 al 100%⁶⁻¹¹. Regis et al., in revisioni Paprosky IIIA (32%) e IIIB (68%) trattate con allograft strutturato e cage antiprotrusione, hanno riportato un tasso di sopravvivenza dell'87% (49/56) a un follow-up medio di 11,7 anni, avendo come endpoint l'evidenza radiografica di osteointegrazione e rimodellamento dell'innesto¹².

Materiali e Metodi

Lo studio pre operatorio è stato condotto con radiografie standard e TC del bacino. In presenza di viti o componenti metalliche acuminate endopelviche è stata eseguita una arteriografia. Gli interventi sono stati condotti con paziente supino, in anestesia generale, con accessi chirurgici anteriori o laterali diretti. La cavità acetabolare è stata accuratamente ripulita con courette fino a esporre il piano osseo, possibilmente sanguinante. Una particolare attenzione è stata posta nella preparazione del fondo acetabolare, specialmente quando rappresentato dal solo tessuto perio-

stale mediale, importante per il contenimento dell'innesto osseo. La perdita ossea è stata classificata secondo Paprosky ponendo attenzione non solo al deficit osseo, ma soprattutto alle proprietà meccaniche delle due colonne e del tetto acetabolare. La perdita ossea acetabolare è stata ricolmata con innesto di osso morcellizzato, progressivamente impattato con battitori emisferici fino a ricreare la fisiologica morfologia acetabolare. Segue l'inserimento della flangia distale dell'anello di Burch Schneider nel ramo ischiatico, l'inserimento di una vite sulla flangia iliaca per migliorare la congruenza e la compressione tra osso ospite e anello con due o tre viti interne posizionate lungo le linee di forza. La fase finale del serraggio viene eseguita in modo alterno coinvolgendo tutte le viti interne. Ulteriore controllo scopico e cementazione della coppa in PE, senza vincoli, con l'orientamento desiderato. Dal 2004 al 2017 abbiamo eseguito 75 revisioni dell'acetabolo utilizzando osso morcellizzato decongelato, in 64 casi abbiamo utilizzato la gabbia antiprotrusione di Burch Schneider e in 11 revisioni l'anello di Ganz. La via di accesso è stata laterale diretta in 37 casi e anteriore in 38. Età media dei pazienti al momento dell'intervento 75 a. (min. 55 max. 88 a.). Follow Up medio 7 a. (min. 2 a. Max 14 a.).

Risultati

6 pazienti sono deceduti per cause non riconducibili all'intervento, 2 non reperibili al Follow Up. Tre pazienti su 46 operati con anello di Burch Schneider sono stati revisionati (una sostituzione dell'inserto cementato in polietilene-ceramica per rottura post traumatica, una lussazione trattata con nuovo inserto a doppia mobilità, una

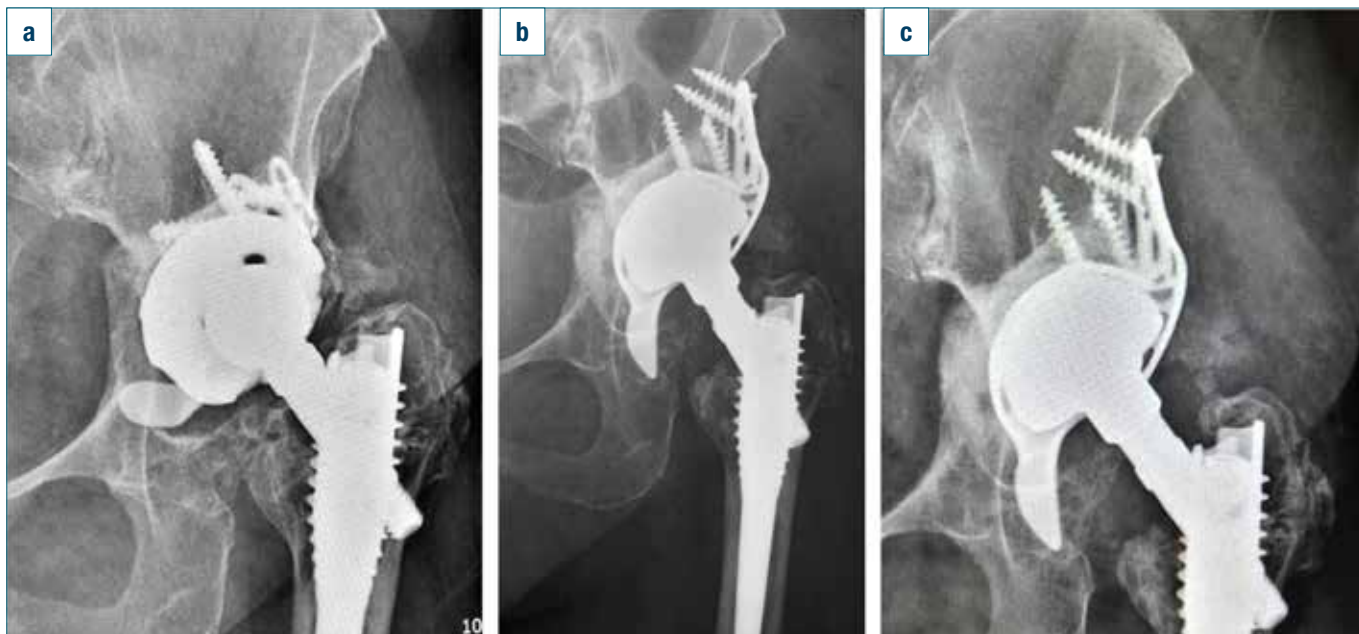


Figura 3. A) F. 76 anni, 12 a. post revisione con coppa modulare provvista di uncino otturatorio, flangie iliache e viti. B) 6 mesi dopo nuova revisione con allograft morcellizzato, impianto di anello di Burch Schneider e cementazione di una coppa a doppia mobilità. C) 4 a. post Op. con segni di ristrutturazione dell'innesto osseo senza segni di radiolucenza.

rottura post traumatica della flangia distale). Due anelli di Ganz su 11 sono stati revisionati dopo 6 e 7 anni (uno per mobilizzazione asettica, uno per rottura dell'uncino distale). Due casi di sito chirurgico infetto, diagnosticato con esame colturale sui prelievi intra operatori a 12 e 14 giorni dall'intervento sono stati risolti grazie alla routinaria

preventiva medicazione dell'innesto osseo con Teicoplanina e terapia antibiotica sistemica¹³. Riportiamo 6 casi di precoce comparsa di radiolucenza sul versante laterale della flangia ischiatica senza progressioni, in nessun caso abbiamo osservato linee di radiolucenza in regione superomediale.

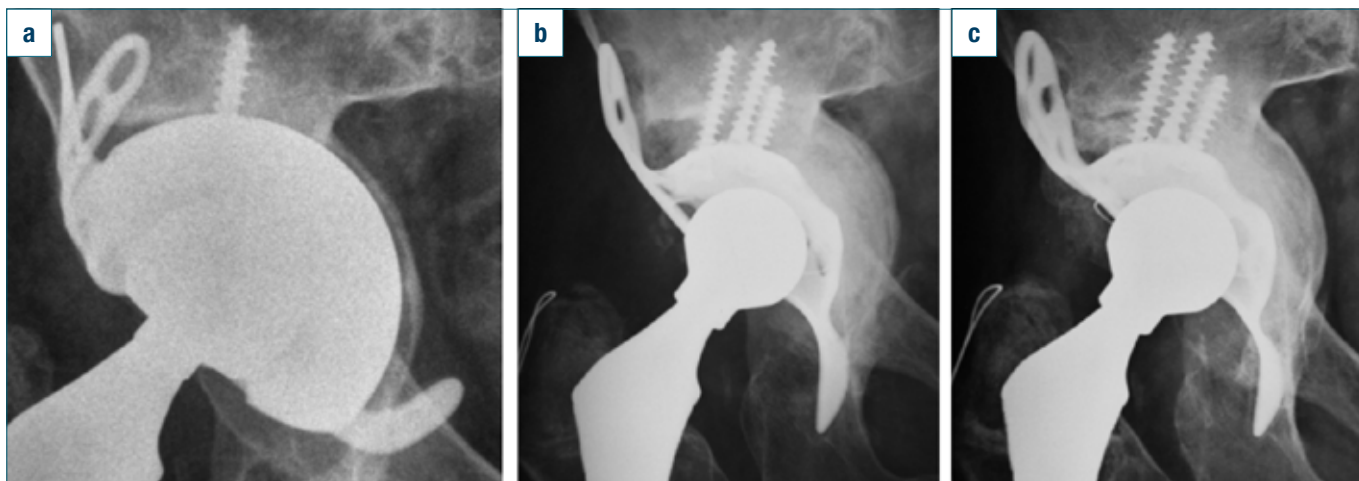


Figura 4. A) F. 69 anni. Seconda revisione con mobilizzazione della coppa. B) 18 mesi post op. dopo innesto di osso omoplastico morcellizzato decongelato e impianto di anello di BS con segni di rimaneggiamento osseo. C) 8 a. post op. rimodellamento e completa osteointegrazione dell'innesto con la lamina quadrilatera, senza segni di radiolucenza.

Conclusioni

Qualora il difetto osseo sia superiore al 50% della superficie acetabolare la tecnica dell'impaction bone-grafting associato all'uso di anelli di rinforzo o gabbie antiprotrusione consente al chirurgo di creare un costruito stabile e al contempo di ripristinare il bone stock per future revisioni. L'allograft spongioso morcellizzato presenta proprietà osteoconduttive e funziona da scaffold esaltando la neoformazione ossea sulla sua superficie. Garcia-Cimbrelo et al.¹⁴ riportano un elevato tasso di fallimenti con l'uso di coppe non cementate qualora il difetto osseo sia superiore al 50%. Perka et al.¹⁵ riportano come unica controindicazione all'uso dell'anello antiprotrusione il deficit di colonna posteriore. Gli studi radiografici evidenziano un'affidabile osteointegrazione e rimodellamento dell'innesto osseo auto- e alloplastico con formazione di trabecole ossee nei primi sei mesi. La reale sopravvivenza delle cage non è chiara ma nei follow up a 10 anni varia dal 70 al 100%, l'eventuale formazione di linee di radiolucenza non sono state associate a una maggior incidenza di migrazione o mobilitazione¹⁶. La revisione acetabolare con la tecnica dell'impaction bone-grafting associato all'uso di anelli antiprotrusione rimane una tecnica sicura e affidabile nelle revisioni e nelle re-revisioni delle componenti acetabolari (Figg. 3-4), preparando l'acetabolo per possibili future revisioni, specialmente nei giovani pazienti, a condizione che vengano utilizzate indicazioni e tecniche chirurgiche appropriate.

Bibliografia

- 1 Turchetto L, Miti A. *Gestione dei difetti acetabolari: l'uso di osso omologo*. Lo Scalpello 2017;31:1-6. Doi 10.1007/s11639-017-0229-5.
- 2 Paprosky WG, Magnus RE. *Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. Acetabular technique*. Clin Orthop Relat Res 1994;298:147-55.
- 3 Issack PS, Nousiainen M, Beksac B, et al. *Acetabular component revision in total hip arthroplasty*. Am J Orthop 2009;38:550-6.
- 4 Gross AE. *Restoration of acetabular bone loss 2005*. J Arthroplast 21(4 Suppl 1):117-120.
- 5 Stevenson S. *Biology of bone grafts*. Orthop Clin North Am 1999;30:543-52.
- 6 Sembrano JM, Cheng EY. *Acetabular cage survival and analysis of factors related to failure*. Clin Orthop Relat Res 2008;466:1657-65.
- 7 Wacht SW, Jung M, Jakob RP, et al. *The Burch-Schneider antiprotrusion cage in acetabular revision surgery: a mean follow-up of 12 years*. J Arthroplasty 2000;15:959-63.
- 8 Ewers A, Spross C, Ebnetter L, et al. *10 year survival of acetabular reinforcement rings/cages for complex hip arthroplasty*. Open Orthop J 2015;9:163-67.
- 9 Beckmann NA1, Weiss S, Klotz MC, et al. *Loosening after acetabular revision: comparison of trabecular metal and reinforcement rings. a systematic review*. J Arthroplasty 2014;29:229-35.
- 10 Park KS1, Seon JK1, Lee KB, et al. *Revision total hip arthroplasty using an acetabular reinforcement ring with a hook: a precise follow-up, at average 11.4 years, of a previous report*. J Arthroplasty 2017;32:503e509.
- 11 Winter E, Piert M, Volkmann R, et al. *Allogeneic cancellous bone graft and a Burch-Schneider ring for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty*. J Bone Jt Surg Am 2001;83:862-7.
- 12 Regis D, Magnan B, Sandri A, et al. *Long-term results of anti-protrusion cage and massive allografts for the management of peri-prosthetic acetabular bone loss*. J Arthroplast 2008;23:826-32.
- 13 Winkler H, Kaudela K, Stoiber A, et al. *Bone grafts impregnated with antibiotics as a tool for treating infected implants in orthopedic surgery - one stage revision results*. Cell Tissue Bank 2006;7:319-23.
- 14 Garcia-Cimbrelo E, Cruz-Pardos A, Garcia-Rey E, et al. *The survival and fate of acetabular reconstruction with impaction grafting for large defects*. Clin Orthop Relat Res 2010;468:3304-13.
- 15 Wassilew GI, Perka C, Janz V, et al. *Use of an ultrasound-based navigation system for an accurate acetabular positioning in total hip arthroplasty: a prospective, randomized, controlled study*. J Arthroplast 2012;27:687-94.
- 16 Haddad FS, Rayan F. *The role of impaction grafting: the when and how*. Orthopedics 2009;32(9). doi:10.3928/01477447-20090728-19.

F. Santolini
M. Formica
A. Zanirato
L. Mosconi
E. Santolini
E. Quarto
L. Felli

Ospedale Policlinico San Martino, Genova

L'impaction grafting nella ricostruzione acetabolare: meglio il biologico?

Impaction grafting in acetabular reconstruction: is biological reconstruction better?

Riassunto

La corretta gestione dei difetti ossei acetabolari è fondamentale per il ripristino di una corretta biomeccanica dell'anca. L'obiettivo del nostro studio è la valutazione retrospettiva delle complicanze, dei risultati clinici e radiografici del bone impaction grafting nella gestione dei difetti ossei acetabolari presso il nostro centro. Si è condotta una revisione retrospettiva dei pazienti sottoposti a revisione protesica d'anca e trattamento di difetti acetabolari traumatici con graft osseo presso il nostro istituto tra il 2004 e il 2015. L'analisi radiografica ha valutato: il ripristino del corretto centro di rotazione, del bone stock acetabolare e l'eventuale mobilizzazione delle componenti protesiche. I parametri clinici analizzati sono stati: il Visual Analog Scale (VAS) e Harris Hip Score modificato (mHHS). Sono stati eseguiti 59 interventi di bone impaction grafting: 47 revisioni di protesi d'anca e 12 primi impianti in difetti acetabolari traumatici. L'età media della popolazione è di $74,4 \pm 10,9$ anni (45-93aa; IC 95% 71,2-77,1) con BMI medio $27,3 \pm 2,1$ Kg/m² e un rapporto M:F = 25:33 (58,9% donne). La tecnica si è dimostrata clinicamente efficace: VAS preop medio 7,6 – VAS postop medio 2,3 ($p < 0,01$); mHHS preoperatorio 34,6 – e postoperatorio 64,9 ($p < 0,01$). Radiograficamente abbiamo constatato il ripristino del centro di rotazione e la riabilitazione del difetto osseo. Non si sono registrati episodi di lussazione protesica. In 6 casi si è resa necessaria un'ulteriore chirurgia di revisione. L'impaction grafting con teste di femore autologhe o di banca è una tecnica efficace nel trattamento di difetti ossei acetabolari. Questa chirurgia permette di ottenere ottimi risultati clinici e radiografici e di ricostituire il bone stock acetabolare eventualmente necessario per ulteriori chirurgie di revisione.

Parole chiave: anca, protesi totale anca, revisione protesi totale anca, innesto osseo, difetti ossei acetabolari

Summary

Hip revision surgery is a challenge in orthopedics. The defect management is mandatory for at our institution hip arthroplasty biomechanics. Impaction grafting using femoral head bone is currently used in our institution for hip revision surgery and primary total hip arthroplasty (THA) with severe acetabular defects. We report retrospectively collected data on complications, clinical and radiological outcomes of patients treated with this technique for hip revision surgeries or first THA implants in traumatic acetabular defects at our institution in the period 2004-2015. Radiological parameters evaluated were: rotation center of the hip restoration; acetabular bone stock renovation; acetabular component stability. Clinical parameters taken into account were the Visual Analogue Scale (VAS) and the modified Harris Hip Score (mHHS). We performed 59 acetabular bone impaction grafting surgeries: 47 THA revision and 12 primary THA in post-traumatic acetabular defects (patients mean age: 74.4 ± 10.9 (45-93aa; IC 95% 71.2-77.1); mean BMI 27.3 ± 2.1 Kg/m²; male:female ratio 25:33 (58,9% females)). This technique resulted effective: mean VAS improvement of 5.3 points and mHHS improvement of 30.3 points. We observed the restoration of a correct hip center of rotation and an optimal filling of the bone defect with implant stability. No cases of luxation were detected. Six cases required a re-revision surgery. Impaction grafting with femoral head is an effective technique in treating acetabular defects. This technique allows to obtain excellent clinical and radiological results, a very good stability of the implanted materials and permits, using a biological material, to restore a correct bone stock that might be useful in further revisions.

Key words: hip, total hip arthroplasty, revision total hip arthroplasty, bone grafting, acetabular bone defects

Indirizzo per la corrispondenza:
Emanuele Quarto
emanuelequarto88@gmail.com

Introduzione

Negli Stati Uniti D'America si stima un incremento entro il 2030 di nuovi impianti di protesi d'anca pari al 174% (circa 572.000 casi) l'anno e a questo dovrebbe corrispondere un incremento di revisioni del 137%¹

La gestione dei difetti ossei nella chirurgia di revisione dell'anca e nei casi di difetto acetabolare di natura traumatica rappresenta una sfida per il chirurgo ortopedico. È fondamentale un'accurata valutazione del difetto per la formulazione di una strategia di trattamento.

La perdita di sostanza ossea acetabolare può svilupparsi per diversi meccanismi eziopatogenetici descritti in letteratura. La mobilizzazione asettica rappresenta un'importante causa di revisione protesica. La malattia da debris e il loosening meccanico, accanto ai processi di invecchiamento osseo e di stress shielding sono meccanismi illustrati da vari autori. Il loosening meccanico è stato descritto principalmente per cotili modulari non cementati di prima generazione a seguito di un'erosione ossea acetabolare ascrivibile ad una micro-motilità tra inserto in polietilene (PE) e superficie interna del cotile con interposizione di liquido sinoviale che viene sospinto attraverso i fori della coppa verso l'osso iliaco sottostante. Questi fenomeni di rimaneggiamento osseo si sviluppano in anni e spesso la mobilizzazione delle componenti protesiche è inizialmente asintomatica². Ulteriormente, i difetti ossei acetabolari si possono sviluppare a seguito di infezioni periprotetiche e del successivo trattamento di bonifica e di impianto di spaziatore.

Vi sono poi casi di perdita di tessuto osseo acetabolare post-traumatico nei quali l'artrosi secondaria all'evento traumatico determina outcomes meno favorevoli nell'impianto di una protesi d'anca rispetto a casi di artrosi primaria, questo per un ridotto bone stock e una maggiore alterazione anatomica dell'acetabolo³.

Nel 1994 Paprosky propose una classificazione delle lesioni osteolitiche acetabolari dividendole in gradi I, II e III A e B: questi ultimi caratterizzati da importante perdita di sostanza acetabolare superiore e posteriore⁴.

Attualmente esistono diverse tecniche per colmare i vari tipi di difetto acetabolare che sono state recentemente valutate da Baauw et Al in una review della letteratura del 2016: tra queste vi è l'utilizzo dell'impaction grafting di osso da testa femorale di banca⁵.

L'utilizzo di graft ossei per colmare importanti difetti acetabolari è stata inizialmente descritta da Hastings negli anni '70⁶. Ulteriori dati che confermavano l'efficacia della tecnica vennero pubblicati da Sloff et Al che riportarono i risultati in 43 casi di bone grafting acetabolare operati tra il 1978 ed il 1983⁷.

Il grande vantaggio di questa tecnica biologica è quello di ricostituire il bone stock acetabolare garantendo una

corretta stabilità del materiale impiantato come descritto da Heekin et al. nel 1995 in uno studio post-mortem su 3 pazienti trattati con graft osseo e cotile non cementato⁸. L'obiettivo del nostro studio è la valutazione retrospettiva delle complicanze, dei risultati clinici e radiografici del graft osseo autologo o omologo nella gestione dei difetti ossei acetabolari nel nostro centro.

Materiali e metodi

È stata condotta una revisione retrospettiva dei pazienti trattati nel nostro centro con graft osseo per revisione protesica d'anca o primo impianto in presenza di difetto acetabolare di natura traumatica tra il 2004 e il 2015. Clinicamente sono stati presi in considerazione gli scores VAS e mHHS pre e post-operatori. Dal punto di vista radiografico si è valutata la ricostituzione del centro di rotazione, il ripristino del bone stock acetabolare ed eventuali mobilizzazioni delle componenti impiantate. Abbiamo valutato il tasso di sopravvivenza degli impianti, il tasso di fallimento settico ed il tasso di lussazioni post-operatorie.

Tutte le chirurgie sono state eseguite da 3 esperti chirurghi ortopedici. In tutti i casi è stata utilizzata una via d'accesso laterale diretta all'anca secondo la tecnica di Hardinge modificata Pipino. Nei casi di revisione sono state utilizzate teste femorali congelate, derivanti dalla banca dell'osso, preparate sul campo operatorio per produrre chips di osso spongioso di circa 0.5-1cm³ e/o graft ossei avendo estrema cura di rimuovere eventuali residui di tessuto cartilagineo. Nei casi di difetto acetabolare traumatico veniva utilizzata la testa femorale autologa del paziente. Per i difetti acetabolari minori (Paprosky I e II) si è solitamente optato per l'innesto di chips ossei con impianto press fit di cotile trabecolato non cementato con eventuale utilizzo di viti o in alternativa un cotile in PE cementato; nei casi con difetti ossei maggiori (Paprosky III A e B) sono stati usati anelli da revisione acetabolare, innesti ossei di dimensioni adeguate al difetto dell'acetabolo, chips ossei e cotili cementati (Figg. 1, 2).

Risultati

Sono stati eseguiti 59 interventi con la tecnica del bone grafting acetabolare: 47 interventi di revisione di protesi d'anca in 46 pazienti (1 caso di revisione bilaterale) e 12 interventi di primo impianto in difetti acetabolari traumatici. Nei casi di revisione protesica il tempo intercorso dalla chirurgia primaria di sostituzione totale dell'anca è stato di $14,1 \pm 4,2$ anni. Al momento della chirurgia l'età media era di $74,4 \pm 10,9$ anni (45-93; IC 95% 71,2-77,1), il 58,9% dei pazienti erano donne (rapporto M:F = 25:33) ed il BMI medio era di $27,3 \pm 2,1$ Kg/m².



Figura 1. Mobilizzazione acetabolare aseptica bilaterale (Paprosky I): radiografia pre-operatoria e controllo post-operatorio revisione protesi destra; controllo post-operatorio revisione protesi sinistra.

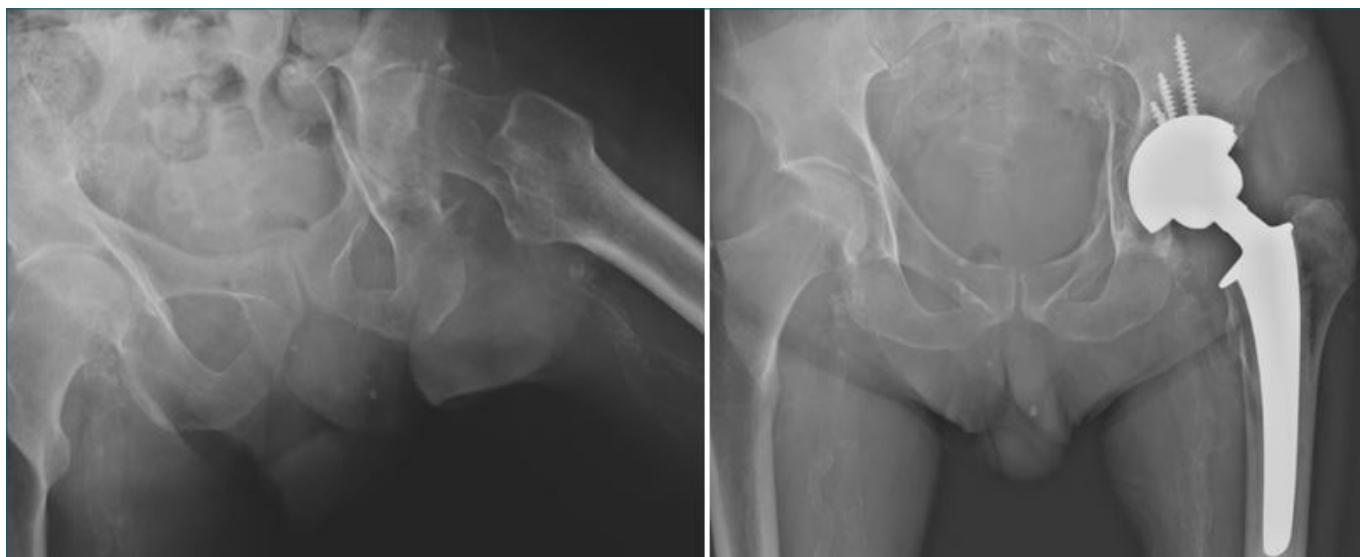


Figura 2. Difetto acetabolare post-traumatico: radiografia pre-operatoria e controllo post-operatorio (utilizzo di testa femorale autologa per tecnica bone grafting).

Nei casi di revisione protesica le diagnosi preoperatorie sono state: 40 mobilizzazioni aseptiche del cotile; 2 cotiloiditi su pregressa endoprotesi; 2 mobilizzazioni di anelli da revisione acetabolare; 2 revisioni post-infezione con spaziatore antibiotato; 1 revisione su lussazione inveterata di protesi totale d'anca.

In 32 casi il difetto acetabolare era lieve (Paprosky I e II) ed è stato necessario l'utilizzo di soli chips ossei sui quali è stato impiantato una cotile o in metallo non cementato con tecnica press-fit con eventuali viti per aumentarne la stabilità o in PE cementato. Nei restanti 15 casi il difetto era di maggiore entità (Paprosky III A o B): in 13 casi si è optato per l'apposizione di chips ossei, anello da revisione

e cotile cementato; negli ultimi 2 casi, oltre ai chips ossei, si è reso necessario l'impianto di graft ossei adattati al difetto in questione ed in seguito anelli da revisione col rispettivo cotile cementato.

Nei 12 pazienti trattati per difetti acetabolari su base traumatica si è utilizzata la testa femorale autologa del paziente; in questi casi i difetti erano di lieve entità per cui, in seguito all'innesto di graft osseo, è stato impiantato un cotile metallico con tecnica press-fit eventualmente associato all'utilizzo di viti di fissazione (Tab. I).

Da un punto di vista clinico si è registrato un miglioramento medio del VAS dal preoperatorio all'ultimo follow-up di 7 anni pari al 70% (VAS preoperatorio: 7,6; VAS all'ultimo

Tabella I. Dati demografici e clinici (BMI: Body Mass Index; VAS: Visual Analogue Scale; mHHS: modified Harris Hip Score).

PAZIENTI/ANCHE	58 / 59
ETA media (anni)	74.4±10.9
BMI (Kg/m ²)	27.3±2.1
RAPPORTO M:F	25:33
DIAGNOSI:	40: mobilizzazioni asettiche 2: cotiloiditi su endoprotesi 2: mobilizzazioni di anelli da revisione 2: revisioni su spaziatore antibiotato 1: lussazione inveterata di PTA 12: difetti acetabolari post-traumatici
INTERVENTI:	32: graft osseo + cotile (Paprosky I o II) 15: graft osseo + anelli da revisione + cotile (Paprosky III A o B) 12: graft osseo + cotile (difetto acetabolare post-traumatico)
VAS medio	Preop: 7.6 Postop: 2.3 Δ: 5.3
mHHS medio	Preop: 34.6 Postop: 64.9 Δ: 30.3

follow-up: 2,3). Anche il mHHS ha confermato i buoni risultati clinici con un miglioramento medio dello score pari a 30,3 punti (mHHS preoperatorio: 34,6; mHHS all'ultimo follow-up: 64,9).

Da un punto di vista radiologico la tecnica ha permesso di ricostituire il corretto centro di rotazione. La ricostituzione del difetto osseo è stata valutata sulle radiografie di controllo ed è stato considerato ricostituito quando non ci fosse una mobilizzazione della componente stessa e/o una zona di radiolucenza tra l'impianto ed il fondo acetabolare. Il tasso di sopravvivenza senza revisione ad un FU medio di 7 anni è stata dell'89,8%. In 6 casi (10,2%) ad una distanza media di 3,5 anni dal primo intervento di bone grafting è stata necessaria una re-revisione: 2 casi per mobilizzazione asettica dell'impianto, valutata come spostamento del cotile di più di 5mm (3,4%); 2 casi (3,4%) per infezione della protesi impiantata; 2 casi (3,4%) per successiva frattura periprotetica (1 frattura periprotetica femorale e una frattura acetabolare).

Discussione

Il nostro studio riporta i risultati ottenuti utilizzando la tecnica del bone grafting acetabolare nella chirurgia di revisione di protesi d'anca in casi di difetti ossei acetabolari Paprosky I, II e III (A e B) e in casi di primo impianto per difetti acetabolari di natura post-traumatica. Nei casi di mobiliz-

zazione delle componenti protesiche acetabolari spesso si riscontra un esteso difetto dei muri superiore e posteriore che preclude all'impianto delle convenzionali componenti acetabolari emisferiche fissate con viti².

Lo scopo di una chirurgia di revisione di protesi d'anca e di primi impianti in difetti acetabolari di natura post-traumatica è quello di reintegrare un corretto *bone stock*, usare componenti acetabolari standardizzate che ricostituiscano un centro di rotazione vicino a quello anatomico e garantire una stabilità duratura delle componenti impiantate. La gestione dei difetti ossei acetabolari con osso di banca morcellizzato o osso omologo, associato a cotili di metallo trabecolato ed anelli da revisione e componenti acetabolari cementate, è in grado di soddisfare queste tre caratteristiche².

L'osso autologo rimane il "gold standard" per la ricostruzione di difetti ossei per le sue qualità di osteoconduttività, osteoinduttività e osteogenicità⁹. A seconda del grado e della natura del difetto osseo acetabolare possono essere utilizzati chips ossei da testa femorale congelata o graft osseo modellati che vengono successivamente impattati. L'osso morcellizzato in chips ossei di circa 0.5-1cm³ è utilizzato per colmare le cavità osteolitiche e viene impattato durante la chirurgia per aumentare la resistenza meccanica dell'area ricostruita¹⁰. I chips ossei da testa femorale congelata devono avere una dimensione di circa 1cm³ per garantire una maggiore stabilità delle componenti im-

piantate¹¹. In uno studio di Van der Donk che riportava i risultati di 24 biopsie ossee, eseguite dopo chirurgia di revisione d'anca, si dimostrava come l'innesto osseo venisse rapidamente rivascolarizzato e rimaneggiato fino ad ottenere osso trabecolare con strutture lamellari¹².

I risultati ottenuti in questi 58 pazienti si sono rivelati soddisfacenti. In 2 casi si è riscontrata una migrazione craniale della componente acetabolare di circa 5 mm con peggioramento dei parametri clinici che rendeva necessario un nuovo intervento di revisione. Come riportato da Waddel et al. la migrazione craniale dell'acetabolo non è sempre sinonimo di mobilizzazione della coppa se non si evidenzia una nuova zona di radiolucenza periacetabolare, quanto di compattazione del graft osseo, soprattutto se inferiore ai 5 mm². In generale, come riportato in precedenti articoli, l'osteointegrazione si può considerare ottenuta quando non vi è più evidenza di radiolucenza all'interfaccia tra graft e componente acetabolare impiantata e quando si è ricostituito un corretto pattern osseo trabecolare^{13,14}.

Nella nostra casistica, nel 10,2% dei casi è stata necessaria un'ulteriore chirurgia di revisione per mobilizzazione asettica della componente acetabolare, per infezione o per frattura periprotetica. Questa percentuale di re-revisione è in linea con quanto riportato da Buttaro et al.: percentuale di re-revisione del 10% in una serie di 30 pazienti trattati con la tecnica del bone grafting ad un FU medio di 86 mesi¹⁵.

Infine, come riportato da Waddel et al., questa tecnica ha dei vantaggi economici avendo un costo del 50% e del 150% minore rispetto alle tecniche con coppe in metallo trabecolare associata ad augments o con componenti acetabolari custom-made².

Conclusioni

La gestione di difetti ossei acetabolari nella chirurgia di revisione di protesi d'anca e in impianti primari a seguito di fratture acetabolari con la tecnica del bone grafting è efficace sia dal punto di vista dell'outcome clinico che radiografico. Questa tecnica permette di ricostituire un corretto centro di rotazione e assicura un'ottima stabilità della componente acetabolare impiantata. Ulteriore vantaggio è la ricostituzione di un adeguato bone stock acetabolare che può risultare utile come substrato ad una nuova chirurgia di revisione. Infine questa tecnica risulta vantaggiosa in termini di rapporto costo/efficacia.

Bibliografia

- 1 Steven Kurtz S, Ong K, Lau E, et al. *Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030*. J Bone Joint Surg Am 2007;89:780-5.
- 2 Waddel BS, Della Valle AG. *Reconstruction of non-contained acetabular defects with impaction grafting, a reinforcement mesh and a cemented polyethylene acetabular component*. Bone Joint J 2017;99-B(Suppl 1A):25-30.
- 3 Bronsema E, te Stroet MAJ, Zengerink M, et al. *Impaction bone grafting and a cemented cup after acetabular fracture*. Int Orthop 2014;38:2441-6.
- 4 Paprosky WG, Perona PG, Lawrence JM. *Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty a 6-year follow-up evaluation*. J Arthroplasty 1994;9:1.
- 5 Baauw M, Hooff ML, Spruit M. *current construct options for revision of large acetabular defects. A systematic review*. JBJS 2016;4:e2.
- 6 Hastings DE, Parker SM. *Protrusion acetabuli in rheumatoid arthritis*. Clin Orthop Relat Res 1975;108:76-83.
- 7 Slooff TJ, Huiskes R, van Horn J, et al. *Bone grafting in total hip replacement for acetabular protrusion*. Acta Orthop Scand 1984;55:593-6.
- 8 Heekin RD, Engh CA, Vinh T. *Morselized allograft in acetabular reconstruction. A postmortem retrieval analysis*. Clin Orthop Relat Res 1995;319:184-90.
- 9 Burwell RG. *The function of bone marrow in the incorporation of a bone graft*. Clin Orthop Relat Res 1985;200:125-41.
- 10 Pierannunzii L, Zagra L. *Bone grafts, bone graft extenders, substitutes and enhancers for acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty*. EFORT Open Rev 2017;1:431-9.
- 11 Arts JJ, Verdonschot N, Buma P, et al. *Larger bone graft size and washing of bone grafts prior to impaction enhances the initial stability of cemented cups: experiments using a synthetic acetabular model*. Acta Orthop 2006;77:227-33.
- 12 Van der Donk S, Buma P, Slooff TJ, et al. *Incorporation of morselized bone grafts: a study of 24 acetabular biopsy specimens*. Clin Orthop Relat Res 2002;396:131-41.
- 13 Garbuz D, Morsi E, Mohamed N, et al. *Classification and reconstruction in revision acetabular arthroplasty with bone stock deficiency*. Clin Orthop Relat Res 1996;324:98-107.
- 14 Slooff TJ, Schimmel JW, Buma P. *Cemented fixation with bone grafts*. Orthop Clin North Am 1993;24:667-77.
- 15 Comba F, Buttaro M, Pusso R, et al. *Acetabular revision surgery with impacted bone allografts and cemented cups in patients younger than 55 years*. Int Orthop 2009;33:611-6.

L. Marega
C. Marega

Ospedale San Camillo Trento, Istituto
Clinico S. Anna Brescia

L'uso del cemento nella revisione acetabolare: quando, come e perché

Role of cement in acetabular revision: when, how and why

Riassunto

Negli anni l'utilizzo del cemento nelle revisioni acetabolari è diminuito di pari passo con il miglioramento dei risultati ottenuti con i cotili non cementati. Al momento le 4 principali indicazioni all'impiego del cemento nelle revisioni acetabolari sono:

- 1 I cotili cementati usati con la tecnica dell'impaction grafting.
- 2 Le revisioni in un tempo per infezione con cemento antibiotato.
- 3 La cementazione di una coppa in polietilene all'interno di una griglia di rinforzo tipo Burch-Schneider o nel costruito detto cup-cage.
- 4 La revisione eseguita cementando una coppa a doppia mobilità all'interno di un cotile non cementato di grandi dimensioni o di una griglia di rinforzo.

Possiamo dire che il cemento ricopra un ruolo minoritario nelle revisioni acetabolari e che verrà utilizzato sempre meno nella risoluzioni di casi complessi grazie ai buoni risultati di "augments" e cotili custom made.

Parole chiave: revisione acetabolare, coppe cementate, revisioni per infezione, impaction grafting, coppe a doppia mobilità cementate

Summary

The role of the cement in acetabular revision has decreased while the results of cementless revision have improved. Nowadays the 4 main indications to use the cement in the acetabular revisions are:

- 1 *Cemented cups used with the technique of impaction grafting.*
- 2 *One stage revisions due to infection using cement with antibiotics.*
- 3 *Cementing a polyethylene cup in a reinforcement ring (like the Burch-Schneider cage) or in the so called cup cage construt.*
- 4 *Cementing a dual-mobility cup in a big cementless acetabular cup or in a reinforcement ring.*

In conclusion, cement has a minor role in acetabular revision and it is going to be used even less in the future, especially in complex cases due to the good performance of augments and custom made acetabular cups.

Key words: acetabular revision, cemented cup, revision for infections, impaction grafting, dual mobility cemented cups

La fissazione delle componenti con cemento acrilico è stata storicamente il gold standard nelle protesi d'anca¹. Quando si sono dovute affrontare le prime revisioni si adottava la stessa tecnica cementando la componente acetabolare anche nelle revisioni. Con il tempo si è visto che non si ottenevano buoni risultati riempiendo i difetti ossei con il cemento, poiché quest'ultimo non aveva un buon ancoraggio all'osso liscio che residuava dopo il fallimento delle componenti precedenti. Inoltre, questa tecnica non faceva che peggiorare le condizioni dell'osso in vista di eventuali future revisioni. Con l'avvento delle componenti non cementate utilizzate nei primi impianti e nelle revisioni, alla fine degli anni ottanta, si sono potuti confrontare i risultati ottenuti nelle revisioni acetabolari effettuate con e senza cemento e si è visto chiaramente che la sopravvivenza delle componenti non cementate è superiore².

Attualmente il ruolo del cemento nelle revisioni acetabolari è limitato a situazioni particolari.

Indirizzo per la corrispondenza:
Luca Marega
info@lucamarega.it

La prima indicazione è nelle revisione con l'impiego della tecnica dell'impaction grafting^{3,4}. Essa è stata messa a punto dall'olandese Tom Sloof che, similmente alla tecnica messa a punto dal gruppo di Exeter per il femore (Robert Ling e collaboratori), prevede il riempimento dei difetti ossei con frammenti di osso omoplastico opportunamente pressurizzati e infine la cementazione di una coppa di polietilene nel letto osseo opportunamente preparato. In caso di difetti tali da comunicare con la cavità pelvica vengono usate delle reti per contenere gli innesti ossei (Fig. 1). Si tratta di una tecnica interessante soprattutto perché volta a migliorare il patrimonio osseo in vista di possibili nuove revisioni. Purtroppo si tratta di una tecnica difficile e i risultati sono molto operatore dipendenti in quanto la preparazione dei frammenti per il trapianto osseo e la loro pressurizzazione sono cruciali per ottenere un buon risultato. Inoltre richiede una grande quantità di osso di banca (mediamente sono necessarie 2 o 3 teste femorali di dimensioni medio-grandi e di buona qualità per ogni intervento solo per il versante acetabolare) e vista la scarsa disponibilità di osso ed i costi molto elevati di questo, assieme agli altri motivi sopra citati, fanno comprendere il motivo per cui la diffusione di questa tecnica è molto limitata. Attualmente viene praticata solo in grandi centri con grossi volumi e da chirurghi molto esperti che hanno sposato questa filosofia.

La seconda indicazione per usare un cotile cementato (assieme a uno stelo cementato) sono le revisioni in un tempo per infezione. In questi casi, secondo l'insegnamento del tedesco Bucholz, il cemento addizionato di antibiotico è un elemento indispensabile per il successo della revisione in un tempo perché libera l'antibiotico nei primi giorni post operatori impedendo la proliferazione dei batteri e la formazione del biofilm⁵. Anche nel caso si voglia utilizzare

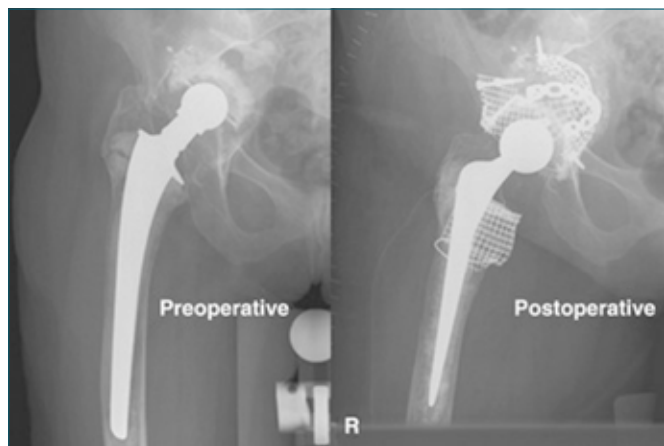


Figura 1. Revisione di entrambe le componenti con la tecnica dell'impaction grafting.



Figura 2. Protesi cementata utilizzata come spaziatore in una revisione per infezione. Da notare l'uso di uno stelo cementato corto per facilitare la revisione.

uno spaziatore o una protesi cementata come protesi temporanea (Fig. 2) al posto di uno spaziatore vero e proprio è indispensabile cementare le componenti^{6,7}. Si sottolinea in entrambe le condizioni sopra citate l'importanza di effettuare l'intervento in 2 tempi separati nella stessa seduta; prima l'asportazione della protesi, l'accurata pulizia e lavaggio. Quindi la chiusura e il successivo impianto dopo aver rifatto il campo operatorio con strumentario, camici e tutto il materiale come se si trattasse di un nuovo intervento.

Il terzo possibile impiego del cemento nelle revisioni acetabolari riguarda la cementazione di una coppa di polietilene all'interno di una griglia di rinforzo; la più popolare è stata la griglia di Burch-Schneider attualmente copiata con piccole modifiche da molte aziende^{8,9}. Volendo ridurre il rischio di lussazioni, sempre elevato nelle revisioni, specie se della sola componente acetabolare, nel caso in cui le condizioni dell'osso non siano troppo compromesse, si può cementare una coppa per doppia mobilità all'interno di un cotile non cementato di grandi dimensioni (Jumbo cup)^{10,11} (Fig. 3). Questo riduce il rischio di lussazione rispetto a un inserto tradizionale anche con testa di grande diametro (36-40). Inoltre lo stesso approccio lo si può utilizzare anche in una griglia tipo Burk-Schneider. In casi estremi di grave insufficienza o totale assenza dei muscoli pelvi-trocanterici dove anche la doppia mobilità non possa dare buone probabilità di successo, si può cementare un inserto vincolato

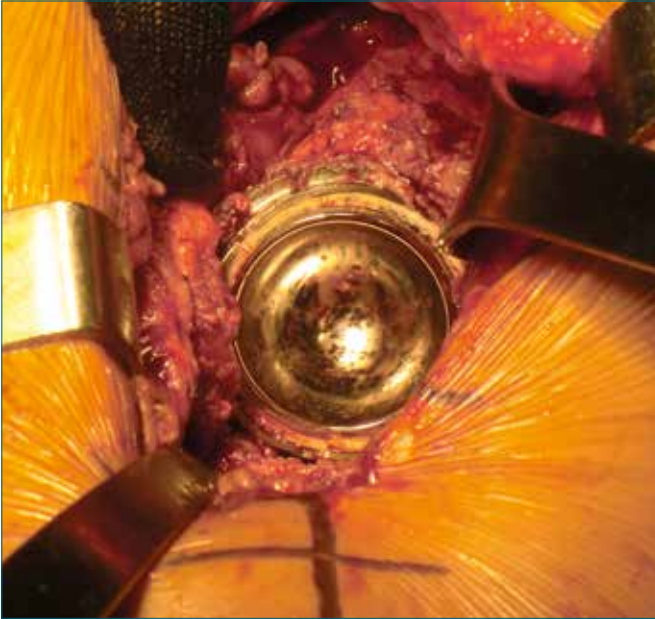


Figura 3. Foto intraoperatoria di coppa per doppia mobilità cementata in cotile non cementato.

dentro la griglia tipo Burch-Schneider per prevenire le lussazioni ¹². Si tratta di una procedura “off-label” che prevede l’utilizzo di inserti vincolati per cotili non cementati che non sono fatti per essere cementati. Perciò è necessaria una preventiva lavorazione della faccia posteriore della coppa con frese per scavare dei solchi che consentano una buona fissazione da parte del cemento. Si tratta certamente di una soluzione per casi estremi, ma nella mia esperienza, si è sempre dimostrata efficace. Un’ulteriore evoluzione di queste tecniche è la cosiddetta “cup-cage” ^{13 14}. Si tratta di una tecnica che vuole sposare i vantaggi dei cotili non cementati e cioè la fissazione biologica con osteointegrazione nei casi in cui l’osso sia troppo danneggiato per supportare una protesi standard non cementata. In questa tecnica si applica una coppa porosa a contatto con l’osso e si protegge il carico con una griglia di rinforzo (Figg. 4, 5). Inizialmente si sono utilizzate griglie tipo Burch Schneider; attualmente vi sono griglie disegnate appositamente per il cup-cage. In conclusione si può dire che attualmente il cemento nelle revisioni acetabolari ha un ruolo di nicchia anche se va tenuto presente perché in situazioni particolari può rivelarsi tuttora molto utile.

Certamente la sempre maggiore disponibilità di augments di vario tipo per cotili emisferici ultraporosi ¹⁵ e di cotili custom made dove l’inserto può essere fissato al guscio con incastro a cono Morse renderà sempre più raro il ricorso a questa metodica ¹⁶.

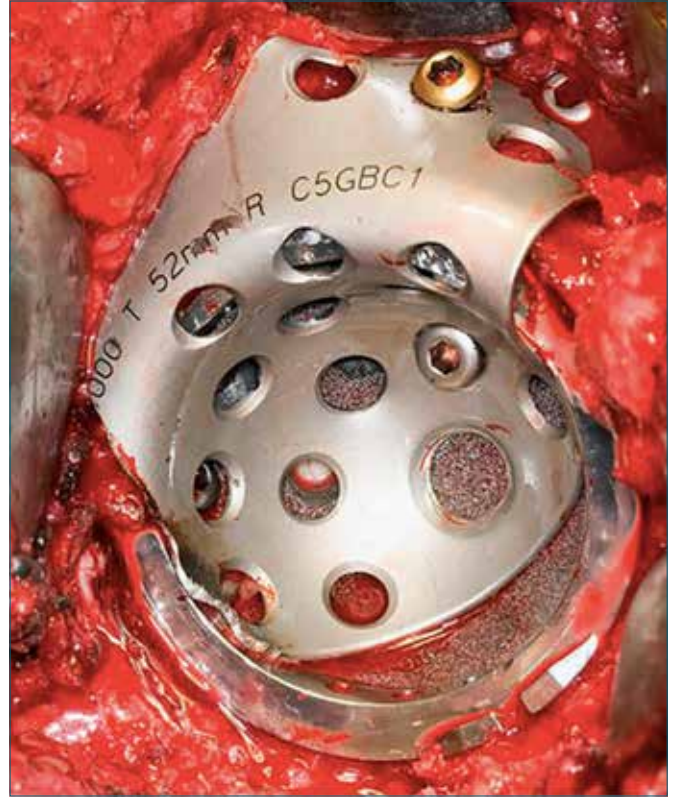


Figura 4. Foto intra operatoria di costrutto “cup-cage”.



Figura 5. Radiografia post operatoria di costrutto “cup-cage”.

Bibliografia

- ¹ Mäkelä KT, Matilainen M, Pulkkinen P, et al. *Countrywise results of total hip replacement. An analysis of 438,733 hips based on the Nordic Arthroplasty Register Association database.* Acta Orthop 2014;85:107-16.
- ² Long Wang, Pengfei Lei, Jie Xie, et al. *Medium-term outcomes of cemented prostheses and cementless modular prostheses in revision total hip arthroplasty.* Sci Rep 2013;3:2796.
- ³ Colo E, Rijnen WH, Schreurs BW. *The biological approach in acetabular revision surgery: impaction bone grafting and a cemented cup.* Hip Int 2015;25:361-7.
- ⁴ Abdullah KM, Hussain N, Parsons SJ, et al. *11-year mean follow-up of acetabular impaction grafting with a mixture of bone graft and hydroxyapatite porous synthetic bone substitute.* J Arthroplasty 2018;33:1481-6.
- ⁵ Abdelaziz H, von Förster G, Kühn KD, et al. *Minimum 5 years' follow-up after gentamicin- and clindamycin-loaded PMMA cement in total joint arthroplasty.* J Med Microbiol 2019;68:475-9.
- ⁶ Lausmann C, Citak M, Hessling U, et al. *Preliminary results of a novel spacer technique in the management of septic revision hip arthroplasty.* Arch Orthop Trauma Surg 2018;138:1617-22.
- ⁷ Chalmers BP, Mabry TM, Abdel MP, et al. *Two-stage revision total hip arthroplasty with a specific articulating antibiotic spacer design: reliable periprosthetic joint infection eradication and functional improvement.* J Arthroplasty 2018;33:3746-53.
- ⁸ Marx A, Beier A, Richter A, et al. *Major acetabular defects treated with the Burch-Schneider antiprotrusion cage and impaction bone allograft in a large series: a 5- to 7- year follow-up study.* Hip Int 2016;26:585-90.
- ⁹ Regis D, Sandri A, Bonetti I, et al. *Acetabular reconstruction with the Burch-Schneider antiprotrusion cage and bulk allografts: minimum 10-year follow-up results.* Biomed Res Int 2014;2014:194076.
- ¹⁰ Gustke KA, Levering MF, Miranda MA. *Use of jumbo cups for revision of acetabular with large bony defects.* J Arthroplasty 2014;29:199-203.
- ¹¹ Viste A, Desmarchelier R, Fessy MH. *Dual mobility cups in revision total hip arthroplasty.* Int Orthop 2017;41:535-42.
- ¹² Lebeau N, Bayle M, Belhaouane R. *Total hip arthroplasty revision by dual-mobility acetabular cup cemented in a metal reinforcement: a 62 case series at a minimum 5 years' follow-up.* Orthop Traumatol Surg Res 2017;103:679-84.
- ¹³ Sculco PK, Ledford CK, Hanssen AD, et al. *The evolution of the cup-cage technique for major acetabular defects: full and half cup-cage reconstruction.* J Bone Joint Surg Am 2017;99:1104-10.
- ¹⁴ Abolghasemian M, Tangsaraporn S, Drexler M, et al. *The challenge of pelvic discontinuity: cup-cage reconstruction does better than conventional cages in mid-term.* Bone Joint J 2014;96-B(2):195-200.
- ¹⁵ Gallart X, Fernández-Valencia JA, Riba J. *Trabecular Titanium™ cups and augments in revision total hip arthroplasty: clinical results, radiology and survival outcomes.* Hip Int 2016;26:486-91.
- ¹⁶ Myncke I, van Schaik D, Scheerlinck T. *Custom-made tri-flanged acetabular components in the treatment of major acetabular defects. Short-term results and clinical experience.* Acta Orthop Belg 2017;83:341-50.

A. Lamberti¹
V. Strigelli¹
P. Summa¹
F. Traverso²
A. Baldini¹

¹ Istituto Fiorentino di Cura e Assistenza-
IFCA, Firenze; ² Istituto Clinico Humanitas,
Rozzano

La lesione dell'apparato estensore nella protesi totale di ginocchio: la difficoltà sale

*Extensor mechanism rupture in total knee arthroplasty:
the difficulty increases*

Riassunto

La lesione dell'apparato estensore è una complicanza rara ma drammatica dopo protesi totale di ginocchio, con severa compromissione della funzione articolare. L'intervento chirurgico è quasi sempre necessario. Le soluzioni chirurgiche variano dalla sutura semplice alla ricostruzione con allotrapianti ed includono tecniche come la ricostruzione con autotrapianti, legamenti sintetici e allotrapianti parziali. Le suture dirette sono gravate da un elevato rischio di fallimento e richiedono sempre un *augmentation* di tendine autologo. Le ricostruzioni con allotrapianto hanno fornito risultati variabili a lungo termine. Indipendentemente dalla tecnica usata, la sutura deve essere effettuata in massima tensione col ginocchio in estensione completa, e l'adesione ad un adeguato protocollo riabilitativo deve essere massima. Nel presente articolo gli autori, dopo una panoramica sulle diverse tecniche chirurgiche, riportano i risultati della propria casistica di allotrapianti nella ricostruzione dell'apparato estensore dopo protesi totale di ginocchio con follow-up minimo di due anni, evidenziando alcuni aspetti di tecnica chirurgica e di management post-operatorio cruciali per il successo clinico.

Parole chiave: apparato estensore, allotrapianto, tendini, protesi totale di ginocchio

Summary

Introduction: extensor mechanism rupture is a rare but dramatic complication after total knee arthroplasty, thereby severely affecting knee function. Surgery is usually required. Surgical options range from direct repair to extensor mechanism allograft, including reconstruction using autograft of neighbouring tendons, synthetic ligaments and partial allografts. Direct repair carries a high failure rate and should therefore be routinely combined with tissue augmentation using a neighbouring tendon. Outcomes of allograft reconstruction are variable at long-term follow-up. Regardless of the technique used, suturing must be performed under tension, with the knee fully extended, and strict adherence to an appropriate rehabilitation protocol is required. In this paper, after a brief overview on multiple surgical options, the authors report the outcomes of a wide series of extensor mechanism allograft reconstruction with a minimum two-year follow-up. Some surgical tips and the pillars of post-operative management are highlighted, in order to make a success of the procedure.

Key words: extensor mechanism, allograft, tendons, total knee arthroplasty

Introduzione

La lesione dell'apparato estensore è una complicanza rara ma severa dopo intervento di protesi totale di ginocchio (PTG). La rottura può localizzarsi nel tendine distale del quadricipite, nella rotula o nel tendine rotuleo o alla sua inserzione alla tuberosità tibiale. L'incidenza di rottura dell'apparato estensore dopo PTG varia dallo 0,17% al 2,5%¹ ma la reale incidenza di questa complicanza potrebbe essere sottostimata. La rottura normalmente avviene a seguito di evento traumatico, tipicamente una caduta sul ginocchio flessso o più banalmente uno sforzo a ginocchio flessso come alzarsi da una sedia o sollevare un peso se è presente una fragilità tendinea. Pazienti sottoposti a interventi chirurgici multipli al

Indirizzo per la corrispondenza:
Alfredo Lamberti
alfredo.lamberti@hotmail.it

ginocchio hanno un rischio aumentato di rottura dell'apparato estensore. Trazioni eccessive sul tendine rotuleo durante l'intervento di PTG ne possono determinare una lesione totale o parziale che potrebbe diventare completa successivamente. In particolare, in tutti i casi in cui l'esposizione risulta complessa è più facile danneggiare l'apparato estensore: nei pazienti obesi, nel ginocchio rigido o nei casi di rotula bassa. Alcuni gesti chirurgici come la trasposizione della tuberosità tibiale, la sezione dell'retinacolo laterale o la plastica quadricipitale a V-Y possono devascularizzare ed indebolire il tendine distale del quadricipite femorale. Le sequele di una infezione articolare possono indebolire i tessuti molli. Anche la mobilizzazione in anestesia può lesionare l'apparato estensore, soprattutto se eseguita dopo i 3 mesi dall'intervento². Altri fattori di rischio sistemici riconosciuti sono l'insufficienza renale cronica, il diabete, l'artrite reumatoide, la gotta, e il lupus eritematoso sistemico. Alcuni farmaci hanno effetto lesivo sulle strutture tendinee: fluorochinoloni, statine e terapia cortisonica prolungata o infiltrativa locale. Errori di tecnica chirurgica possono contribuire al danno dell'apparato estensore attraverso un aumento delle forze sull'articolazione femoro-rotulea come nel caso di abbassamento della linea articolare, di overstuff anteriore, di intrarotazione della componente femorale. Un'eccessiva resezione rotulea può indebolire l'apparato estensore e determinarne la rottura, un'elevazione della rima articolare può causare un conflitto fra piatto tibiale e tendine rotuleo così come un overstuff anteriore della componente tibiale^{1,2}. Il quadro clinico classico di rottura dell'apparato estensore consiste nell'impossibilità di estendere attivamente il ginocchio e di bloccare il ginocchio in estensione durante il passo con difficoltà più o meno importante alla deambulazione; alcuni pazienti forzano l'articolazione in iperestensione per ottenere stabilità in estensione ma in casi più gravi la deambulazione non è possibile. Quando il deficit è solo parziale è più evidente quando salgono o scendono le scale o quando sono invitati ad estendere il ginocchio attivamente dalla posizione seduta a ginocchio flesso. La diagnosi parte dall'anamnesi, che è importante per identificare fattori di rischio e definire la causa della lesione. Una storia di instabilità durante la deambulazione e di cadute frequenti è comune. Il quadro il quadro clinico classico è caratterizzato da un deficit di estensione attiva, normalmente maggiore di 20 gradi e da un gap alla palpazione dell'apparato estensore durante contrazione isometrica del quadricipite. Alla radiografia in proiezione laterale può essere osservata la risalita o l'abbassamento della rotula a seconda la lesione sia distale o prossimale. Quando la lesione è cronica non è raro osservare una calcificazione perilesionale. L'ecografia e la risonanza magnetica hanno un ruolo nella diagnosi delle lesioni parziali e possono essere utili nei casi

dubbi così come l'elettromiografia per escludere una causa neurologica di debolezza del quadricipite. L'infezione deve sempre essere esclusa. Le strategie di trattamento vanno dalla riparazione diretta alla ricostruzione con tendini autologhi o sintetici fino a tecniche di ricostruzione più complesse come gli allotrapianti. Non esiste un consenso sul tipo di ricostruzione più efficace. Il trattamento dovrebbe tenere in considerazione il tipo di lesione e le caratteristiche del paziente.

Riparazione primaria e con tendini autologhi

Il tendine lesionato può essere riparato mediante sutura diretta o trans-ossea, utilizzando fili non riassorbibili, ancore o cambre³. La sutura richiede comunque una protezione mediante cerchiaggio metallico o con fili di sutura non riassorbibili. I risultati delle riparazioni dirette si sono dimostrati, tuttavia, mediocri³⁻⁵. L'unica indicazione è rappresentata da una lesione intraoperatoria o acuta, in pazienti con buona qualità tissutale^{3,6}, e associando sempre alla sutura un *augmentation* di tendine autologo. I tendini autologhi principalmente utilizzati sono il gracile ed il semitendinoso. Sono state descritte diverse varianti di tecnica chirurgica^{7,8}, in casistiche tuttavia molto limitate e con risultati caratterizzati da deficit di estensione attiva talvolta notevole.

Migliori risultati sono stati riportati utilizzando, in aggiunta ai tendini flessori, un lembo di tendine quadricipitale. La tecnica prevede di prelevare una bratta ossea dal polo superiore della rotula unitamente ad una porzione del tendine quadricipitale. La bratta ossea è alloggiata in una trincea ossea creata sulla tuberosità tibiale e fissata con 2 viti da spongiosa. Il lembo di tendine è diviso in 2 branche, che vengono suture alla superficie anteriore della rotula mediante ancore o punti liberi⁹.

Con questa tecnica Rajgopal et al.⁹ riportano una riduzione del lag da 40° a meno di 5°, senza progressione del deficit di estensione attiva, miglioramento del ROM da 105° a 115° di flessione e del KSS-F da 30 a 75 punti.

Ricostruzione con sintetici

Le tecniche di ricostruzione dell'apparato estensore con sintetici prevedono l'utilizzo di legamenti artificiali o di reti da ernia (*hernia mesh*). I legamenti sintetici hanno due effetti, aggiungono forza alla sutura e fungono da scaffold per la crescita di tessuto fibroso. Sono stati utilizzati per la loro diffusa disponibilità, la semplicità di utilizzo anche nei pazienti con scarsa qualità dei tessuti molli, il basso costo rispetto agli allograft e l'assenza di rischio di trasmissione

di malattie virali. Di grande successo è risultata la tecnica di ricostruzione con *hernia mesh* di Hanssen et al.¹⁰. Una rete da ernia di grosse dimensioni (circa 25 cm x 30 cm) e piegata su sé stessa in più strati in modo da ottenere una fascia larga fra 2 e 2,5 cm. La tecnica prevede la creazione di una trincea ossea tibiale, appena mediale alla cresta tibiale, anteriormente allo stelo tibiale eventualmente presente. La porzione distale della rete viene alloggiata nella fessura ossea e cementata; durante la cementazione viene attraversata con una vite da spongiosa con rondella. Se la componente tibiale viene revisionata durante la procedura la mesh può essere introdotta nel canale tibiale, anteriormente allo stelo, fatta uscire antero-medialmente e cementata con lo stelo tibiale. In questo caso lo stelo dovrà superare la trincea ossea di 4-6 cm. Del tessuto fibroso viene interposto fra mesh ed inserto in polietilene in modo da preservarlo dall'usura. La mesh viene passata posteriormente al tendine rotuleo residuo e fatta uscire attraverso il retinacolo laterale, il ginocchio è posizionato in estensione completa, l'apparato estensore tensionato e la mesh è suturata al vasto laterale, al tendine distale del quadricipite e alla rotula con punti multipli non riassorbibili. Il vasto mediale è mobilizzato e suturato anteriormente alla mesh, in modo che questa venga a trovarsi anteriormente al vasto laterale e posteriormente al vasto mediale. Abdel et al.¹¹ riportano una sopravvivenza senza revisioni della mesh a 2 anni dell'86%, in pazienti senza precedente ricostruzione e del 95% in pazienti con pregressi tentativi di ricostruzione con tecnica diversa, un significativo miglioramento del *Knee Society Score* (KSS) e diminuzione media del deficit di estensione di 26 gradi con 46 pazienti su 77 in grado di raggiungere un'estensione attiva completa o quasi (lag postoperatorio medio di 9°).

Anche i pazienti con storia d'infezione periprotetica e lesione dell'apparato estensore sottoposti a revisione in 2

tempi beneficiano della ricostruzione con *hernia mesh* con una sopravvivenza a due anni libera da infezioni periprotetiche e di fallimenti del 75%¹².

Ricostruzione con allotrapianti

Le tecniche di ricostruzione con allograft sono efficaci nel trattare i grossi difetti dell'apparato estensore, le lesioni croniche con retrazione dei tessuti residui del paziente e a differenza di altre tecniche, possono essere utilizzate anche se la rotula è danneggiata. Il tessuto trapiantato ha un'importante forza meccanica e viene colonizzato da tessuto fibroso dell'ospite. Le complicanze sono quelle comuni alle altre tecniche: ri-rottura, allungamento del trapianto e infezione ma anche possibile trasmissione di malattie virali. I tessuti utilizzati oggi sono "fresh frozen" poiché hanno dimostrato maggiore resistenza e minore antigenicità¹³. I due tipi di trapianto più comunemente usati sono l'apparato estensore in toto (EMA) ed il tendine d'Achille con apofisi calcaneare (ATA). Sono descritte anche tecniche che prevedono l'utilizzo di allograft di apparato estensore parziale¹⁴.

1. Allograft di tendine d'Achille (ATA)

L'ATA è indicato per lesioni del tendine rotuleo, in pazienti con rotula intatta ed in presenza di lesioni acute, senza retrazioni croniche dell'apparato estensore. È facile da reperire presso la banca dell'osso e non sono necessarie corrispondenze specifiche alle caratteristiche del paziente. La bratta ossea deve essere almeno di 4 cm con un tendine di lunghezza complessiva di 20 cm (Fig. 1). La tecnica prevede di creare una trincea ossea tibiale poco mediale alla tuberosità tibiale di circa 1,5 x 2,5 cm dove alloggiare la bratta ossea, opportunamente modellata, che viene solidarizzata con viti e/o cerchiaggi¹⁵. Il tendine d'Achille



Figura 1. Allografto di tendine d'Achille con apofisi calcaneare.

può essere suturato con diverse conformazioni: a singolo, doppio o triplo fascio. La tecnica preferita dagli autori è una tecnica a doppio fascio, con due possibili varianti in base alle dimensioni della rotula. In presenza di rotula di dimensioni sufficienti per accogliere due tunnel ossei longitudinali di 7-9 mm di diametro, entrambi i fasci vengono fatti passare attraverso la rotula, recuperati prossimalmente attraverso il tendine quadricipitale, anastomizzati tra di loro e suturati al tendine quadricipitale con un tecnica di tensionamento in massima estensione. In presenza di rotula di piccole dimensioni, invece, un fascio viene fatto passare all'interno di un tunnel longitudinale trans-rotuleo, mentre il secondo fascio viene fatto passare medialmente e suturato lungo la capsulotomia; la procedura si conclude anche, in questa variante, con un'anastomosi prossimale tra i due fasci recuperati prossimalmente attraverso il tendine quadricipitale ¹⁶.

2. Allograft di apparato estensore in toto (EMA)

Il trapianto di apparato estensore in toto è indicato per lesioni anche massive dell'apparato estensore, indipendentemente dallo stato della rotula ed è efficace anche nel caso di lesioni croniche con retrazione dell'apparato estensore nativo. Rispetto agli altri graft necessita di una selezione in base alle caratteristiche del paziente e richiede un adeguato matching di lato e sesso. La bratta ossea tibiale dovrebbe essere almeno di 6 x 2 cm mentre il tendine distale del quadricipite almeno di 8 cm (Fig. 2). L'incisione cutanea è longitudinale anteriore. La capsulotomia è longitudinale trans-rotulea. La rotula viene enucleata e la tuberosità tibiale osteotomizzata per una lunghezza di 4-6 cm ed una larghezza di 2-3 cm. La porzione prossimale dell'osteotomia può essere eseguita obliquo "a becco di flauto" ed in questo caso anche la bratta ossea tibiale del trapianto

dovrà avere una forma speculare. La bratta ossea tibiale deve essere congruente con il suo alloggiamento, posizionata appena mediale alla sua posizione originale e inserita ad incastro nella trincea creata per accoglierla. Può essere sintetizzata con viti da spongiosa da 6,5 mm e/o cerchiaggi metallici ¹⁷. Qualora la componente tibiale venga revisionata e sia scelto uno stelo tibiale lungo cementato è opportuno passare i fili di cerchiaggio e successivamente cementare lo stelo. Lo scasso tibiale dovrebbe essere eseguito ad un'altezza tale che consenta alla cresta rotulea di trovarsi all'inizio della flangia dello scudo femorale con l'arto in completa estensione. Un ponte osseo di 1,5-2 cm dovrebbe essere interposto tra l'alloggiamento tibiale del trapianto ed il piatto tibiale ma non sempre è possibile, soprattutto nei pazienti con perdita d'osso. La bratta tibiale deve avere uno spessore che consenta la sutura dei tessuti molli senza tensione eccessiva. Il tendine quadricipitale del trapianto è imbastito con 2 suture di trascinamento tipo Krackow con filo non riassorbibile e trascinato al di sotto dell'apparato estensore residuo del ospite; la capsula articolare è imbastita anche essa con 2 suture di trascinamento tipo Krackow. Il ginocchio è portato in estensione completa, un aiuto trazona distalmente la capsula ed il residuo di apparato estensore nativo mentre un secondo aiuto trazona prossimalmente il trapianto; in questa posizione il graft è suturato ai tessuti dell'ospite con fili non riassorbibili di grosso diametro ¹⁸. La capsula articolare è suturata insieme al graft in modo che quest'ultimo sia completamente coperto da tessuti del paziente. La procedura si è dimostrata efficace anche in pazienti senza protesi articolare o con protesi a minor grado di vincolo qualora l'impianto non necessiti di essere sostituito ¹⁹.

Il management post-operatorio nelle ricostruzioni con allotrapianto, prevede l'immobilizzazione del ginocchio in



Figura 2. Allotrapianto di apparato estensore in toto.

estensione per 6-8 settimane. Per le prime quattro settimane viene confezionato un apparecchio gessato, che successivamente viene sostituito con una ginocchiera lunga; il carico è sfiorante. Sono permesse contrazioni isometriche, ma l'elevazione ad arto esteso è proibita per le prime 6 settimane. Dopo 6-8 settimane vengono concessi il carico totale ed una flessione incrementale di 10-15° a settimana, con l'obiettivo di raggiungere i 90° alla fine delle 12 settimane. I risultati della tecnica, inizialmente disastrosi a causa della concessione immediata di 60° di flessione¹³, sono notevolmente migliorati eseguendo il tensionamento e la sutura in estensione e con l'aderenza al protocollo post-operatorio riportato^{18,20}.

Esperienza degli autori nella ricostruzione dell'apparato estensore dopo PTG

L'esperienza personale degli autori nella ricostruzione delle lesioni croniche dell'apparato estensore dopo PTG si caratterizza principalmente per l'utilizzo di allotrapianti. In minore misura sono stati utilizzati sintetici o autotrapianti. Dal 2005 al 2018 abbiamo effettuato 71 ricostruzioni di apparato estensore con allotrapianto. In 6 casi la ricostruzione è stata effettuata in ginocchia rigide, in 4 casi per revisioni di fallimenti di pregresse riparazioni, in 4 casi per ricostruzione in ginocchia non protesizzate. La nostra serie con follow-up minimo di 2 anni, comprende 40 allotrapianti, 33 EMA e 7 ATA.

Dei 33 EMA, 20 sono stati effettuati in PTG asettiche, 13 in esiti di infezione periprotesica. Il *Knee Score* (KS) è migliorato da 32,8 (range, 0-54) a 83,6 punti (range, 48-99) ($p < 0,0001$). Ventitre (65,7%) dei 35 pazienti non hanno più avuto bisogno di ausili per la deambulazione. Ventuno (60%) pazienti hanno riportato estensione attiva completa, cinque (14%) hanno avuto un *extensor lag* di 5°, sette (20%) di 5-10°, uno (3%) di 10-15°, ed i tre casi di ri-rottura hanno avuto più di 20° di lag (50° in media). L'*extensor lag* preoperatorio si è ridotto da 50,6° a 4,5° nel postoperatorio ($p < 0,0001$). La flessione media postoperatoria è risultata 104° (75°-130°). La soddisfazione riportata dal paziente è stata elevata in ventinove (82,9%) casi, buona in cinque (14%) e scarsa in uno (2,9%). I fallimenti sono stati sei (17%), e sono occorsi in media dopo 6 mesi dalla ricostruzione. Di questi, quattro fallimenti (66,6%) si sono avuti nei casi post-infettivi, tre (50%) per un KS < 60 ed uno (16,6%) per rottura della tuberosità tibiale, rispettivamente 3 e 12 mesi dopo la ricostruzione. Entrambi i pazienti non-infettivi sono falliti per cause meccaniche, una (16,6%) per rottura della tuberosità tibiale ed una (16,6%) per deiscenza dell'anastomosi prossimale 3 mesi dopo la

ricostruzione. Nessuna variabile dipendente dal paziente è risultata correlare con il fallimento. La sopravvivenza globale stimata, calcolata secondo il metodo Kaplan-Meier, considerando il fallimento per ogni causa come *end-point*, è risultata del 70% (intervallo di confidenza 95%) a 10 anni. Considerando solo i fallimenti per rottura del trapianto, la sopravvivenza stimata è stata dell'80% (intervallo di confidenza 95%) a 10 anni. Considerando separatamente i casi post-settici ed i casi non infetti, la sopravvivenza stimata è risultata rispettivamente 64,7 e 72,7% (intervallo di confidenza 95%) a 10 anni. Ulteriori complicanze sono state: osteolisi rotulea in un caso non infettivo, con ricostruzione peraltro ben funzionante, e rigidità con ROM in flessione di 60° in un caso a 3 mesi di follow-up, nel quale è stata praticata una manipolazione in anestesia, che ha permesso di raggiungere una flessione di 95°.

I 7 casi in cui è stato utilizzato un'ATA, si caratterizzavano per lesione localizzata a livello del tendine rotuleo. Il KS è cambiato da $34,9 \pm 21,3$ a $87,7 \pm 14,3$, mentre l'*extensor-lag* si è ridotto da $54^\circ \pm 17,2^\circ$ a $2^\circ \pm 1,5^\circ$. Un solo caso, settico, è andato incontro a fallimento, per una re-infezione che ha richiesto la rimozione del trapianto e l'artrodesi. Uno studio comparativo di tre tecniche di trapianto (EMA, ATA e autotrapianto di gracile e semitendinoso con *augmentation* di tendine quadricipitale) condotto dal nostro gruppo ha mostrato che i risultati della ricostruzione dell'apparato estensore dopo PTG risultano soddisfacenti quando la tecnica chirurgica e la scelta del trapianto sono ottimizzate sul tipo di lesione e di paziente¹⁶.

L'utilizzo di sintetici nella nostra esperienza è limitato a 5 casi: in 3 casi è stata utilizzata una hernia mesh, mentre in due casi è stato utilizzato un LARS. I risultati ottenuti non sono stati soddisfacenti come quelli ottenuti con gli allotrapianti, in particolare sul recupero dal deficit di estensione attiva, per cui ad oggi la ricostruzione con sintetici non rappresenta la tecnica di scelta degli autori.

Conclusioni

La lesione dell'apparato estensore dopo PTG ha oggi diverse soluzioni chirurgiche. La ricostruzione con allotrapianto è una tecnica complessa, che presenta i limiti della disponibilità del graft e la necessità di una tecnica chirurgica minuziosa e disciplinata. In particolare, l'ATA può essere considerato il trapianto di scelta in caso di lesione cronica del tendine rotuleo. Quando, invece, la lesione coinvolge anche la rotula o si estende al tendine quadricipitale, la soluzione più appropriata rimane l'EMA. Le tecniche di autotrapianto presentano il vantaggio della disponibilità del trapianto, ma spesso sono limitate dalle condizioni dei tessuti autologhi, quasi sempre scadenti in pazienti sottoposti a diversi interventi pregressi. Per

questo l'autotrapianto va considerato principalmente in pazienti giovani con buona qualità tissutale o in casi post-settici, per minimizzare il rischio di colonizzazione batterica di trapianti omologhi o sintetici. Il ricorso a graft sintetici, come l'*hernia mesh*, è una soluzione sempre possibile, di facile applicazione e che può essere di aiuto nel caso in cui il chirurgo si trovi ad affrontare lesioni o insufficienze inattese dell'apparato estensore.

Bibliografia

- ¹ Schoderbek RJ, Jr., Brown TE, Mulhall KJ, Mounasamy V, et al. *Extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 2006;446:176-85.
- ² Bonnin M, Lustig S, Hutten D. *Extensor tendon ruptures after total knee arthroplasty*. Orthop Traumatol Surg Res 2016;102(1 Suppl):S21-31.
- ³ Rand JA, Morrey BF, Bryan RS. *Patellar tendon rupture after total knee arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 1989;(244):233-8.
- ⁴ Dobbs RE, Hanssen AD, Lewallen DG, et al. *Quadriceps tendon rupture after total knee arthroplasty. Prevalence, complications, and outcomes*. J Bone Joint Surg Am 2005;87:37-45.
- ⁵ Lynch AF, Rorabeck CH, Bourne RB. *Extensor mechanism complications following total knee arthroplasty*. J Arthroplasty 1987;2:135-40.
- ⁶ Pagnano MW. *Patellar tendon and quadriceps tendon tears after total knee arthroplasty*. J Knee Surg 2003;16:242-7.
- ⁷ Cadambi A, Engh GA. *Use of a semitendinosus tendon autogenous graft for rupture of the patellar ligament after total knee arthroplasty. A report of seven cases*. J Bone Joint Surg Am 1992;74:974-9.
- ⁸ Jarvela T, Halonen P, Jarvela K, et al. *Reconstruction of ruptured patellar tendon after total knee arthroplasty: a case report and a description of an alternative fixation method*. Knee 2005;12:139-43.
- ⁹ Rajgopal A, Vasdev A, Dahiya V. *Patellar tendon reconstruction in total knee arthroplasty: a new technique*. J Knee Surg 2015;28:483-8.
- ¹⁰ Browne JA, Hanssen AD. *Reconstruction of patellar tendon disruption after total knee arthroplasty: results of a new technique utilizing synthetic mesh*. J Bone Joint Surg Am 2011;93:1137-43.
- ¹¹ Abdel MP, Salib CG, Mara KC, et al. *Extensor mechanism reconstruction with use of marlex mesh: a series study of 77 total knee arthroplasties*. J Bone Joint Surg Am 2018;100:1309-18.
- ¹² Perry KI, Salib CG, Larson DR, et al. *Two-stage exchange and marlex-mesh reconstruction for infection with extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2018;100:1482-9.
- ¹³ Emerson RH Jr, Head WC, Malinin TI. *Reconstruction of patellar tendon rupture after total knee arthroplasty with an extensor mechanism allograft*. Clin Orthop Relat Res 1990(260):154-61.
- ¹⁴ Malhotra R, Garg B, Logani V, et al. *Management of extensor mechanism deficit as a consequence of patellar tendon loss in total knee arthroplasty: a new surgical technique*. J Arthroplasty 2008;23:1146-51.
- ¹⁵ Crossett LS, Sinha RK, Sechriest VF, et al. *Reconstruction of a ruptured patellar tendon with achilles tendon allograft following total knee arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2002;84-A:1354-61.
- ¹⁶ Lamberti A, Balato G, Summa PP, et al. *Surgical options for chronic patellar tendon rupture in total knee arthroplasty*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018;26:1429-35.
- ¹⁷ Brown NM, Murray T, Sporer SM, et al. *Extensor mechanism allograft reconstruction for extensor mechanism failure following total knee arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2015;97:279-83.
- ¹⁸ Burnett RS, Berger RA, Paprosky WG, et al. *Extensor mechanism allograft reconstruction after total knee arthroplasty. A comparison of two techniques*. J Bone Joint Surg Am 2004;86-A(12):2694-9.
- ¹⁹ Lamberti A, Loconte F, Spinarelli A, et al. *Bilateral extensor mechanism allograft reconstruction for chronic spontaneous rupture: a case report and review of the literature*. JBJS Case Connect 2019;9:e0058.
- ²⁰ Burnett RS, Berger RA, Della Valle CJ, et al. *Extensor mechanism allograft reconstruction after total knee arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2005;87 Suppl 1(Pt 2):175-94.

V. Iacono¹
L. Padovani¹
A.V. Sgroi²
S. Magnanelli²
C. Zorzi¹

¹ Ortopedia e Traumatologia Ospedale
Sacro Cuore – Don Calabria, Negrar (VR);
² Clinica Ortopedica ASUIUD (UD)

Lesioni osteocondrali traumatiche di astragalo

Traumatic osteochondral lesions of the talus

Riassunto

Le lesioni osteocondrali di astragalo sono delle condizioni patologiche invalidanti che colpiscono principalmente paziente giovani e sportivi. L'eziologia alla base di queste lesioni è principalmente traumatica. La sintomatologia si manifesta con dolore e limitazione funzionale. Per una corretta diagnosi è importante anamnesi ed esame obiettivo, coadiuvate dalle indagini radiologiche. Il gold standard è la risonanza magnetica che deve essere eseguita ogni volta vi sia un sospetto di lesione osteocondrale. Negli anni sono state stilate numerose classificazioni con associati algoritmi terapeutici sulla base delle caratteristiche della lesione. Il trattamento è principalmente chirurgico e tali approcci prevedono l'utilizzo sia di chirurgia open che artroscopica.

Parole chiave: lesioni osteocondrali, astragalo, artroscopia di caviglia, risonanza magnetica, trapianto osteocondrale

Summary

Osteochondral talar lesions are disabling pathological conditions that mainly affect young and athletic patients. Generally the etiology of these lesions is traumatic. Symptoms are pain and functional limitation. To obtain a correct diagnosis, it is important anamnesis and physical examination, assisted by radiological investigations. The gold standard is the MRI that must be performed whenever there is a suspicion of osteochondral lesions. Over the years, a lot of classifications have been made with associated therapeutic schemes based on the characteristics of the lesion. Surgery is the main treatment and these approaches involve the use of both open and arthroscopic surgery techniques.

Key words: osteochondral lesions, talus, ankle arthroscopy, MRI, osteochondral transplantation

Introduzione

Le lesioni osteocondrali astragaliche (OCTL) si definiscono come alterazioni della cartilagine che riveste la superficie articolare del talo e dell'osso subcondrale sottostante.

Le lesioni mediali sono maggiormente descritte di quelle laterali.

Dal punto di vista clinico, la sintomatologia è caratterizzata da dolore persistente perimalleolare, sensazione di cedimento riferita dal paziente con conseguente limitazione funzionale. Tra i segni possono essere presenti gonfiore e instabilità oggettiva. Nella valutazione obiettiva va ricercato dolore digitopressorio a livello del domo astragalico e eventuali lesioni associate.

La diagnosi radiologica si basa su indagini di primo livello come RX, ma il gold standard rimane la RMN, che può svelare danni condrali sostenuti o meno da edema subcondrale e eventuali lesioni dei tessuti molli.

In base alla tipologia della lesione si può spaziare dal trattamento conservativo a quello chirurgico. Tra i trattamenti conservativi si può optare per terapia farmacologica o terapia infiltrativa. Nell'ambito dell'approccio chirurgico si può spaziare dalle semplici microfratture, trapianti di cellule mononucleate midollari (TCMM), trapianti di condrociti autologhi, fino ai più invasivi trapianti osteocondrali, open o artroscopici (Fig. 1).

Indirizzo per la corrispondenza:

Iacono Venanzio

Ortopedia e Traumatologia Ospedale
Sacro Cuore - Don Calabria, Negrar (VR)
venanzioiacono@gmail.com



Figura 1. Visione artroscopica di lesione osteocondrale.

Eziologia ed epidemiologia

Dal punto di vista eziologico, sebbene siano state descritte cause congenite, lassità legamentosa, necrosi idiopatica, pregresso trattamento corticosteroideo e anomalie endocrine, la principale causa rimane quella traumatica¹. Numerosi studi hanno dimostrato che le lesioni mediali sono più frequenti di quelle laterali², in quanto il meccanismo traumatico distorsivo in inversione è più frequente di quello in eversione; inoltre le lesioni mediali differiscono da quelle laterali poiché più profonde e circoscritte.

Il meccanismo distorsivo può infatti condurre a minime fratture con conseguente compromissione vascolare, portando alla formazione della lesione osteocondrale. D'altronde, i microtraumi possono essere causati da stress eccessivi ed esagerati carichi articolari. Ciò comporta degenerazione o apoptosi e assottigliamento dell'osso subcondrale³.

L'incidenza di questa patologia è aumentata negli anni, anche grazie al miglioramento delle metodiche diagnostiche. Alcuni autori hanno descritto che oltre il 40% delle lesioni del legamento peroneo astragalico anteriore e oltre il 70% delle fratture malleolari laterali, possono causare OCTL⁴.

Le lesioni osteocondrali si riscontrano nel 70% delle distorsioni e fratture di caviglia⁵ e possono essere bilaterali fino al 10% dei casi⁶. Il meccanismo traumatico più frequente è quello che avviene in inversione ed eversione², ma anche microtraumi ripetuti possono portare a questo genere di lesioni. Il danno traumatico è associato al 70% delle lesioni mediali, e al 98% di quelle laterali⁷.

Clinica

Dato lo stretto collegamento di questa patologia con eventi traumatici, è importante raccogliere un'accurata anamnesi. Spesso il paziente è giovane, sportivo o soggetto ad attività con sollecitazioni meccaniche ripetute dell'articolazione tibiotarsica.

La sintomatologia che caratterizza questo genere di patologie è generalmente invalidante per il paziente, soprattutto se giovane o sportivo. Raramente una OCTL non crea disturbi o rimane con clinica silente, infatti nella maggioranza dei casi, i pazienti accusano algie costanti e che limitano le attività quotidiane.

I pazienti con OCTL presentano un dolore cronico alla caviglia interessata, soprattutto in sede perimalleolare, con spesso associati segni quali gonfiore, rigidità e debolezza che vengono esacerbati dagli sforzi prolungati, soprattutto se in carico. Possono essere presenti segni di instabilità oggettiva.

Non esistono test specifici per diagnosticare una OCTL e spesso il dolore evocato dalla digitopressione può non corrispondere alla sede della lesione stessa. È comunque importante andare a ricercare una eventuale instabilità associata e eventuali segni meccanici con ridotta articolarietà^{2,8}.

Uno dei potenziali segni è il dolore digitopressorio a livello del domo astragalico, in presenza o meno di manifestazioni cliniche di eventuali lesioni associate.

La clinica di queste lesioni quindi è aspecifica e raramente si riescono a evocare segni patognomonici di OCTL.

Classificazione

Negli anni molti autori hanno proposto molteplici classificazioni per le lesioni osteocondrali del talo.

Il primo sistema di classificazione è stato quello stilato da Berndt e Harty nel 1959⁹ basato solamente su segni radiografici:

- Stadio I: frattura da compressione con cartilagine intatta.
- Stadio II: avulsione incompleta di un frammento osteocondrale.
- Stadio III: avulsione completa di un frammento osteocondrale senza dislocazione.
- Stadio IV: frammento osteocondrale avulso e dislocato in articolazione.

Con l'avvento delle nuove metodiche diagnostiche come la RMN, che rappresenta il gold standard per la diagnosi di lesione osteocondrale, è stato possibile migliorare la stadiazione delle lesioni, grazie alla possibilità di analizzare strutture non visibili con la radiologia convenzionale e di valutare eventuali segni associati come l'integrità o meno della cartilagine o la presenza di edema osseo.

Una delle classificazioni sicuramente più accettata è quella dell'ICRS¹⁰ che distingue le lesioni osteocondrali in 4 gradi:

- grado 1: la superficie articolare presenta solchi e fissurazioni superficiali;
- grado 2: presenza di erosioni profonde con conservazione dello strato basale;
- grado 3: presenza di erosione profonda fino all'osso subcondrale che appare conservato;
- grado 4: erosione della cartilagine articolare a tutto spessore con interessamento dell'osso subcondrale.

Un'altra importante classificazione è quella descritta da Giannini¹¹ nella quale viene fatta una divisione tra lesioni acute e croniche con conseguenti diverse strategie di trattamento:

- lesione acuta:
 - grado 1: superficie articolare danneggiata con estensione minore di 1 cm²,
 - grado 2: superficie articolare danneggiata con estensione maggiore di 1 cm²;
- lesione cronica:
 - grado 0: lesioni ossee cistiche di qualsiasi ampiezza con superficie articolare intatta,
 - grado 1: lesioni di dimensioni inferiori a 1,5 cm² con superficie articolare danneggiata,
 - grado 2: lesioni di dimensioni maggiori o uguali a 1,5 cm² con superficie articolare danneggiata,
 - grado 2A: lesioni di dimensioni maggiori o uguali a 1,5 cm², di profondità maggiore o uguale a 5 mm con superficie articolare danneggiata,
 - grado 3: lesioni massive.

Più recentemente la Società Italiana di Artrosopia (SIA), ha stilato una classificazione, che, analogamente a quella di Giannini, descrive i vari tipi di lesione cronica e propone un algoritmo di trattamento (Tab. I).

Diagnosi

La diagnostica di primo livello è rappresentata dalla radiologia convenzionale. Vanno eseguite radiografie in carico nelle proiezioni standard. Queste possono essere utili per valutare l'allineamento articolare o l'eventuale presenza di osteofiti e corpi mobili. L'imaging avanzato è sempre consigliato perché da letteratura si evince che con le radiografie standard non vengono riconosciute dal 30% al 50% delle OCTL^{2,8,12}.

La TC ha una buona sensibilità (0,81) e specificità (0,99) nel diagnosticare le OCTL, ma non permette di valutare lo stato della cartilagine con accuratezza; inoltre non è consigliata nelle lesioni recenti in quanto l'edema in acuto non permette la valutazione corretta dell'estensione della lesione^{2,8}.

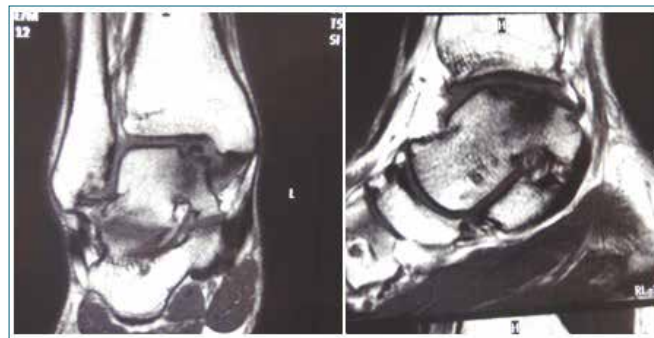


Figura 2. Lesione osteocondrale mediale con vaste zone di edema osseo.

Il gold standard per la diagnosi delle OCTL è la RMN, perché oltre ad avere una buona sensibilità (0,96) e specificità (0,96), è utile anche per diagnosticare lesioni associate dei tessuti molli e valutare lo stato della cartilagine e dell'osso subcondrale⁸. Nelle scansioni di risonanza, le OCTL si presentano come un'area ipointensa in T1 con frequente riscontro di un orletto di intensità variabile attorno al frammento osteocondrale in T2¹³ (Fig. 2).

Trattamento

Per quanto riguarda le modalità di trattamento, non c'è una univocità di pensiero in letteratura. A causa della ridotta capacità rigenerativa della cartilagine, il trattamento conservativo dovrebbe essere riservato soltanto alle lesioni osteocondrali paucisintomatiche e di basso grado.

Il trattamento conservativo consiste nel mettere in scarico l'articolazione, a volte anche immobilizzandola, per un periodo che va dalle 3 settimane ai 4 mesi, seguito poi da una ripresa progressiva del carico, associato a terapie fisiche (ad esempio campi magnetici pulsati), camera iperbarica o trattamenti farmacologici con analgesici e condroprotettori².

Il trattamento conservativo deve essere sempre valutato, salvo condizioni clinico-radiologiche che dimostrino una certa gravità o potenziale degenerazione successiva. Altri fattori importanti da considerare sono le richieste funzionali più o meno legate all'età del paziente. Tra i trattamenti conservativi si può ricordare anche il trattamento infiltrativo con acido ialuronico o con PRP.

Nell'ambito dell'approccio terapeutico, Giannini et al. nel 2005¹¹ hanno stilato un algoritmo di trattamento secondo la propria classificazione:

- acuta:
- grado 1: debridement,

Tabella I. Algoritmo di trattamento delle OCTL croniche a cura della faculty caviglia della SIA.

Stadio	Aspetto lesione	Tipo di terapia	Superficie (mm ²)	Profondità (mm ²)	Età
1	Cistica, pareti intatte	Conservativa			Tutte
		Tunnel retrogrado		< 5-8	Evolutiva
		Iniezione TCMM			
		Borraggio con osso		> 8-10	Evolutiva
		Spongioso autologo			
		O biomateriali ± TCMM			
2a	Cistica, comunicante	Conservativa			Tutte
		Chirurgica	< 10-15	< 5-8	Tutte
		Bonifica			
		Perforazioni			
		Microfratture			
2b	A tutto spessore, con frammento appoggiato	Chirurgica:	< 10-15		
		Perforazioni		< 5-8	Tutte
		Microfratture		< 5-8	Tutte
		Autotrapianti o.c.	> 10-15	> 8-10	17-45
3	Recentata, senza spostamento frammento	Chirurgica:			
		Perforazioni	> 10	<2-5	Tutte
		Microfratture	> 10	< 2-5	Tutte
		Autotrapianti o.c.	> 10-15	> 5-8	17-45
		Membrane isolate		< 2-5	17-45
		Membrane associate	>10-15	< 5-8	10-45
		A stimolazione ossea	>10-15	< 5-8	10-45
		A.C.I./M.A.C.I.	>10-15	> 5-8	10-45
		TCMM			
		Borraggio con osso			
		Spongioso autologo o			> 50
		Biomateriali + ACI o CMM			
		Impianti artificiali			
4	Recentata con corpo mobile	Chirurgica:			
		Autotrapianti o.c.	> 10-15	> 5-8	17-45
		Membrane isolate	> 10	< 5-8	17-45
		Membrane associate	> 10-15	< 5-8	10-45
		A stimolazione ossea	> 10-15	< 5-8	10-45
		A.C.I./M.A.C.I.	> 10-15	> 5-8	10-45
		TCMM			
		Borraggio con osso			
		Spongioso autologo o	> 10	> 5-8	> 50
		Biomateriali + ACI o CMM			
		Impianti artificiali			

TCMM: trapianti di cellule mononucleate midollari; ACI: trapianto di condrociti autologhi; MACI: matrix induced autologous chondrocyte.



Figura 3. Fissaggio del frammento con 2 chiodini riassorbibili.

- grado 2: riduzione e sintesi del frammento;
- cronica:
- grado 0: trattamento conservativo o drilling retrogrado (più eventuale borraggio osseo),
- grado 1: microfratture,
- grado 2: mosaicoplastica, innesto osteocondrale autologo, trapianto di condrociti autologhi, TCMM,
- grado 2A: innesto osteocondrale autologo, trapianto di condrociti autologhi, TCMM (a questi si possono associare borraggio osseo, composti artificiali biomimetici),
- grado 3: allograft, composti artificiali biomimetici.

Rungprai et al. in un lavoro recente² concludono che il trattamento conservativo debba essere riservato alle lesioni di grado I e II secondo Berndt e Harty senza distacco del frammento. Il trattamento chirurgico deve essere indicato in caso di fallimento di quello conservativo. Definiscono inoltre che se la lesione acuta nei pazienti giovani, supera i 7,5 mm o è maggiore di 1/3 del domo astragalico, necessita di riduzione open e sintesi del frammento (Figg. 3, 4). Se la lesione non supera i 15 mm di superficie o i 7 mm di profondità, c'è indicazione all'approccio artroscopico con debridement o microfratture. Il limite di questo trattamento è che la stimolazione midollare porta alla formazione di fibrocartilagine, meno resistente dell'iniziale cartilagine ialina.

In caso di fallimento delle precedenti opzioni, o per lesioni maggiori, può essere indicato trattamento con trapianto di condrociti, innesto osteocondrale autologo o allograft. Questi approcci chirurgici possono avvalersi di procedure associate necessarie, come l'osteotomia del malleolo tibiale per permettere una miglior esposizione delle lesioni mediali.



Figura 4. Controllo RMN a 1 anno da intervento.

Bibliografia

- ¹ O'Loughlin PF, Heyworth BE, Kennedy JG. *Current concepts in the diagnosis and treatment of osteochondral lesions of the ankle.* Am J Sports Med 2010;38:392-404.
- ² Rungprai C, Tennant JN, Gentry RD, et al. *Management of osteochondral lesions of the talar dome.* Open Orthop J 2017;11(Suppl 4, M15):743-61.
- ³ Van Bergen CJA, de Leeuw PAJ, Van Dijk CN. *Treatment of osteochondral defects of the talus.* Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 2008;94(Suppl 8):398-408.
- ⁴ Takao M, Ochi M, Uchio Y, et al. *Osteochondral lesions of the talar dome associated with trauma.* Arthroscopy 2003;19:1061-7.
- ⁵ Hintermann B, Regazzoni P, Lampert C, et al. *Arthroscopic findings in acute fractures of the ankle.* J Bone Joint Surg Br 2000;82:345-51.
- ⁶ Hermanson E, Ferkel RD. *Bilateral osteochondral lesions of the talus.* Foot Ankle Int 2009;30:723-7.
- ⁷ Loren GJ, Ferkel RD. *Arthroscopic assessment of occult intra-articular injury in acute ankle fractures.* Arthroscopy 2002;18:412-21.
- ⁸ Gianakos LA, Yasui Y, Hannon CP, et al. *Current management of talar osteochondral lesions.* World J Orthop 2017;8:12-20.

- ⁹ Berndt AL, Harty M. *Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus*. J Bone Joint Surg Am 1959;41-A:988-1020.
- ¹⁰ Brittberg M, Winalski CS. *Evaluation of cartilage injuries and repair*. J Bone Joint Surg Am 2003;85-A(Suppl 2):58-69.
- ¹¹ Giannini S, Buda R, Faldini C, et al. *Surgical treatment of osteochondral lesions of the talus in young active patients*. J Bone Joint Surg Am 2005;87(Suppl 2):28-41.
- ¹² Hepple, S, Winson IG, Glew, D. *Osteochondral lesions of the talus: a revised classification*. Foot Ankle Int 1999;20:789-93.
- ¹³ Higashiyama I, Kumai T, Takakura Y, et al. *Follow-up study of MRI for osteochondral lesion of the talus*. Foot Ankle Int 2000;21(2).

A. Abate
F. Ippolito
A. Pansini
N. Garofalo
V. Savino
V. Fiore
V. Caiaffa

SC Ortopedia e Traumatologia, Ospedale
Di Venere, Bari

Fratture lussazioni di caviglia: come gestirle

Management of ankle fracture dislocation

Riassunto

Le fratture della caviglia sono lesioni comuni e la corretta classificazione nonché l'adeguato trattamento condizionano fortemente l'esito clinico. Le fratture di Weber B e C vengono nella maggior parte dei casi trattate chirurgicamente. La valutazione del danno a carico dei tessuti molli e la necessità di una fissazione temporanea in presenza di tumefazione notevole sono ormai concetti ampiamente condivisi dalla comunità ortopedica. Questo tipo di approccio garantisce anche il tempo necessario per una più efficace valutazione clinica e strumentale e dunque di una migliore pianificazione pre-operatoria. Una valutazione dell'integrità della sindesmosi è importante al fine di ripristinare l'anatomia dell'articolazione; la gestione di quest'ultima rimane un argomento molto discusso attualmente privo di indicazioni ben definite. Descriviamo la nostra gestione abituale delle fratture tipo Weber C sottolineando l'importanza della valutazione e della fissazione della sindesmosi.

Parole chiave: caviglia, sindesmosi, sintesi, test di cotton

Summary

Ankle fractures are common and their correct classification and treatment are of decisive importance for clinical outcome. Weber B and C fractures are usually treated with surgery. Characterization of the associated soft-tissue damage and the necessity of temporary fixation when important swelling and tenderness occur are shared by orthopaedics. This management grants additional time for careful examination and planning of further treatment. An evaluation of the integrity of the syndesmosis is important for anatomical reconstruction of the joint; however this is a highly debated topics with no well defined indications. We describe our usual management of Weber type C fracture emphasizing the importance of syndesmosis valuation and fixation.

Key words: ankle, syndesmosis, fixation, cotton test

Introduzione

Le fratture della caviglia sono le più comuni fratture dell'arto inferiore; l'incidenza è aumentata nelle ultime decadi rispetto al passato (107-184 per 100.000 casi/anno con un range tra 70 e 280/100.000), con valori diversi in base all'età e al sesso. L'incidenza delle fratture di caviglia è più alta nei giovani maschi e nelle donne di età adulta/ senile¹⁻³. Nella valutazione in acuto di un trauma alla caviglia appare di fondamentale importanza l'osservazione dei tessuti molli e dello stato vascoloneuroso; tale tipo di lesione infatti si associa spesso a sublussazioni e lussazioni della articolazione tibio-tarsica, con conseguente compromissione importante dei tegumenti e, più raramente, delle strutture nobili. In tali condizioni appare indicato e condiviso da parte della società scientifica il ricorso ad un trattamento in urgenza che consiste nel posizionamento di un fissatore esterno in genere con costruito a delta; ciò consente di gestire l'edema dei tessuti e di intervenire con la sintesi definitiva quando la situazione locale lo consenta senza imporre al paziente il riposo assoluto a letto ovvero consentendo gli spostamenti necessari anche per compiere indagini strumentali di secondo livello (TC) e dunque procedere con un buon planning pre-operatorio.

Minor consenso esiste rispetto alla definizione della coesistenza di lesioni a carico degli apparati ligamentosi e, nella fattispecie, della sindesmosi, nonché alla neces-

Indirizzo per la corrispondenza:
Antonella Abate
antonella.abate@asl.bari.it

sità di procedere alla sua fissazione. In realtà in letteratura è riportato un tasso di lesioni della sindesmosi che oscilla tra il 10 ed il 13%; nel 20% dei casi tali lesioni richiedono una stabilizzazione con mezzi di sintesi ^{4,5}. Secondo la classificazione di Danis Weber condivisa dall'AO, le fratture vengono divise nei gruppi A, B e C in base al livello della frattura peroneale. Nelle fratture di tipo A, la frattura peroneale si trova distalmente alla sindesmosi tibio-peroneale distale (sovrasindesmotiche). Nel gruppo B, la frattura peroneale si trova a livello della sindesmosi, mentre in quelle del gruppo C si trova prossimalmente alla sindesmosi (infrasindesmotiche). Questa semplice classificazione ha fornito le linee guida iniziali per il trattamento chirurgico dato che, in base ad essa, le fratture di tipo A e B sono trattate mediante stabilizzazione del solo malleolo esterno; quelle di tipo C richiedono la stabilizzazione della sindesmosi oltre a quella del malleolo esterno ⁶. La valutazione dello stato della sindesmosi fa riferimento essenzialmente a parametri definiti come operatore-dipendente affidando, nei "casi limite", la scelta chirurgica alla sensibilità e all'esperienza del chirurgo.

Scopo di questo lavoro è la revisione della nostra esperienza nella stabilizzazione della sindesmosi tibio-peroneale nelle fratture malleolari di tipo C di Weber, al fine di delineare un protocollo diagnostico terapeutico che consenta di minimizzare la discrezionalità del suo trattamento.

Materiali e metodi

Abbiamo valutato retrospettivamente 36 pazienti affetti da frattura di caviglia tipo C di Weber trattati con intervento di riduzione e sintesi con placca e viti presso la nostra S.C. nel periodo compreso tra giugno 2015 e gennaio 2018. In 17 casi è stato posizionato un fissatore esterno temporaneo con configurazione a delta. In 25 casi è stata praticata la stabilizzazione della sindesmosi per mezzo di vite tricorticale peroneo-tibiale. In tutti i casi era stata praticata una indagine TC pre-operatoria e una valutazione scopica intra-operatoria della sindesmosi tramite test di Cotton. Quest'ultimo consiste nell'applicazione di uno stress manuale in valgo sul calcagno, stabilizzando la caviglia prossimalmente; il test viene definito positivo quando si realizza una traslazione laterale del mortaio della caviglia di entità maggiore rispetto alla controlaterale.

Tutti gli interventi sono stati eseguiti da un chirurgo con esperienza maggiore di cinque anni. Il primo tempo aveva previsto la sintesi del malleolo peroneale secondo i principi AO-OTA. Successivamente era stata praticata la valutazione e dunque la riduzione e la stabilizzazione della sindesmosi, sotto controllo scopico eseguendo in alcuni casi, grazie all'ausilio dell'amplificatore di brillantezza con ricostruzione 3D, misurazioni intra-operatorie rispetto alla caviglia

controlaterale. La vite introdotta è stata una vite filettata da 3,5 mm di diametro, tricorticale, posizionata sotto guida scopica. La tecnica prevedeva il posizionamento della vite in prossimità della articolazione tibo-peroneale, con la caviglia in posizione neutra, con orientamento di circa 20° da posterolaterale ad anteromediale ⁷⁻⁹. La vite veniva quindi rimossa a 8-10 settimane dopo l'intervento. La caviglia rimaneva immobilizzata in valva per 15 gg, poi rimossa, con successiva concessione del ROM e concessione del carico totale solo dopo la rimozione della vite stessa. Un chirurgo non coinvolto nel trattamento iniziale ha quindi effettuato la valutazione clinica tramite AOFAS score (10) e radiografica tramite RX della caviglia in proiezione standard (AP ed LL). Le variabili radiografiche valutate sono state: spazio tibio-astragalico mediale (< 4 mm) e sovrapposizione tibio-fibulare (> 10 mm) (Figg. 1A-L).

Risultati

In tutti i pazienti la vite pro-sindesmosi è stata rimossa ad una media di 47 giorni con successiva concessione del carico. In un paziente non si è provveduto alla rimozione a seguito della rottura della stessa. Il follow up medio è risultato di 18 mesi (min 12 max 28 mesi). Il valore medio dell'AOFAS score è risultato pari a 83,5 (min 69 max 97). Nell'81% dei casi i pazienti si ritenevano soddisfatti del trattamento e nel 73% erano tornati a svolgere tutte le attività precedenti al trauma. Rispetto all'indagine radiografica lo spazio tibioastragalico mediale risultava ripristinato (< 4 mm) nell'86% dei casi e la sovrapposizione tibio-fibulare ripristinata nel 79% dei casi.

Discussione e conclusioni

La necessità dell'utilizzo di viti transindesmotiche nelle fratture di tipo C secondo Danis-Weber, è oggetto di controversie. Weening e Bhadari hanno dimostrato che la riduzione anatomica della sindesmosi si associa a migliori risultati funzionali rispetto ai casi non trattati con vite trans-sindesmotiche. La riduzione della sindesmosi garantisce infatti il ripristino della anatomia della caviglia nonché la sua funzione, riducendo l'incidenza di fenomeni artrosici ¹¹. Cancienne et al nel loro studio prospettico del 2015 hanno proposto l'utilizzo di un sistema scopico robotizzato capace di fornire immagini 3d intraoperatorie che agevolassero e garantissero un migliore ripristino della sindesmosi; tale opzione tuttavia appare a nostro avviso e anche rispetto alla nostra esperienza gravato da un incremento considerevole dei tempi chirurgici nonché dei costi totali della procedura ¹². Carrozzo et al nel loro studio prospettico, hanno dimostrato come l'esame TC della caviglia sana e di quella fratturata in fase pre-oper-



Figura 1. A-L) caso clinico di frattura esposta di caviglia tipo C di Weber trattata temporaneamente con FE e successivamente con tecnica ORIF e vite prosindesmosi, rimossa a 40 gg, con buon risultato clinico e radiografico.

atoria, fornisca al chirurgo informazioni importanti rispetto alle manovre riduttive da adottare in fase intraoperatoria¹³. Dalla nostra esperienza si evince che l'utilizzo di una vite prosindesmosi, adeguatamente pianificato tramite esame TC pre-operatorio, coadiuvato dall'utilizzo di una valutazione intra-operatoria quale il test di Cotton, rappresenta un protocollo affidabile e facilmente applicabile, in quanto riproducibile e cui corrispondono risultati funzionali ad un follow up a medio termine di buona portata. L'intervento di rimozione della vite transindesmosi è di facile esecuzione, in anestesia locale, attraverso un minimo approccio sulla cicatrice pre-esistente. Riteniamo che il trattamento di queste particolari fratture con la riduzione anatomica e la sintesi della sindesmosi, seguito da una fase post-operatoria come quella indicata, risulti associato a risultati ottimali e pressochè privo di complicanze rilevanti.

Bibliografia

- Lambers K, Ootes D, Ring D. *Incidence of patients with lower extremity injuries presenting to US emergency departments by anatomic region, disease category, and Age*. Clin Orthop Relat Res 2012;470:284-90.
- Bengner U, Johnell O, Redlund-Johnell I. *Epidemiology of ankle fracture 1950 and 1980. Increasing incidence in elderly women*. Acta Orthop Scand 1986;57:35-7.
- Waterman BR, Belmont PJ, Cameron KL, et al. *Epidemiology of ankle sprain at the United States Military Academy*. Am J Sports Med 2010;38:797-803.
- Ntalos D, Rupprecht M, Grossterlinden LG, et al. *Incidence and severity of malreduction of the tibiofibular syndesmosis following surgical treatment of displaced ankle fractures and impact on the function - clinical study and MRI evaluation*. Injury 2018;49:1220-7. doi: 10.1016/J.INJURY.2018.04.027.
- Andersen MR, Frihagen F, Hellund JC, et al. *Randomized trial comparing suture button with single syndesmotom screw for syndesmosis injury*. J Bone Jt Surg 2018;100:2-12. doi: 10.2106/JBJS.16.01011.
- Fracture and dislocation classification compendium - 2018 International Comprehensive Classification of Fractures and Dislocations Committee. J Orthop Trauma 2018;32. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063.
- Penera K, Manji K, Wedel M, et al. *Ankle syndesmotom fixation using two screws: risk of injury to the perforating branch of the peroneal artery*. J Foot Ankle Surg 2014;53:534-8. doi: 10.1053/j.jfas.2014.04.006.
- Miller AN, Carroll EA, Parker RJ, et al. *direct visualization for syndesmotom stabilization of ankle fractures*. Foot Ankle Int 2009;30:419-26. doi: 10.3113/fai.2009.0419.
- Ebramzadeh E, Knutsen AR, Sangiorgio SN, et al. *biomechanical comparison of syndesmotom injury fixation methods using a cadaveric model*. Foot Ankle Int 2013;34:1710-7. doi: 10.1177/1071100713503816.

- ¹⁰ Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, et al. *clinical rating systems for the anklehindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes*. Foot Ankle Int 1994;15:349-53. doi: 10.1177/107110079401500701.
- ¹¹ Weening B, Bhandari M. *Predictors of functional outcomes following transsyndesmotic screw fixation of ankle fractures*. J Orthop Trauma 2005;19:102-8.
- ¹² Cancienne JM, Croesen MP, Yarboro SR. *Use of a hybrid operating room to improve reduction of syndesmotic injuries in ankle fractures: a case report*. Foot Ankle Surg 2016;55:1052-6. doi: 10.1053/j.jfas.2015.10.003.
- ¹³ Carrozzo M, Vicenti G, Pesce V, et al. *Beyond the pillars of the ankle: A prospective randomized CT analysis of syndesmosis' injuries in Weber B and C type fractures*. Injury 2018;4(Suppl 3):S54-S60. doi: 10.1016/j.injury.2018.10.005. Epub 2018 Oct 5.

W. Daghino
M. Deregibus
P. Guidi
A. Massè

*Clinica Ortopedica dell'Università di
Torino, Azienda Ospedaliera Città della
Salute e della Scienza, PO CTO, Torino*

Fratture e lussazioni di astragalo

Fractures and Dislocations of the Talus

Riassunto

Le fratture-lussazioni dell'astragalo sono lesioni rare e molto difficili da trattare, a causa della precarietà anatomica che ne favorisce gli esiti infausti.

Tali presupposti fanno preferire il trattamento di queste lesioni in centri specializzati e ad opera di chirurghi specificamente formati, che si possano avvalere di tutti i dispositivi idonei e abbiano le competenze necessarie a svolgere una pianificazione adeguata, basata su dati TC, nonché a mettere in pratica indicazioni e tecniche chirurgiche secondo le evidenze consolidate in letteratura.

Nell'ambito delle lesioni più gravi, posto che in ogni caso il paziente va informato dell'elevato rischio di evoluzioni infauste, negli ultimi anni si è registrato uno sviluppo evolutivo tanto delle tecniche di sostituzione, con messa a punto di protesi custom made anche integrabili in una protesizzazione totale di caviglia, quanto delle procedure di ricostruzione, sempre preferibili quando possibile, per le quali l'impiego di mezzi di sintesi riassorbibili ha segnato negli ultimi quindici anni una indubbia facilitazione; oggi si può contare su evoluzioni nei materiali riassorbibili, il più interessante dei quali risulta il magnesio, che ha permesso ai chirurghi di disporre di viti e barre riassorbibili con caratteristiche meccaniche superiori rispetto a quelli costruiti con il classico acido poli-L-lattico (PLLA).

Parole chiave: fratture di astragalo, lussazioni di astragalo, viti riassorbibili, PLLA, magnesio

Summary

Fracture-dislocations of the talus represent rare and difficult to treat lesions; this is consequence of the anatomical fragility of this bone, that favors wrong evolutions.

For these reasons it is better to treat these lesions in high-level centers and with specialistic surgeons. They must have access to all necessary devices and they must have completed a specific training for the planning and treatment of these difficult lesions.

For the more serious lesions, the patient must to be informed in order to high possibility of insoddisfacent evolution; in the last years, both way of treatment, talar replacement with custom made components (today possible even as a part of a total ankle prostheses) or talar body reconstruction (always preferable when possible) registered interesting evolutions.

Regarding reconstruction, the use of means of synthesis resorbables represented a significant evolution in the last fifteen years; today, magnesium screws represent a further evolution of resorbable devices, offering to surgeons screws whit superior mechanical properties respect to the ones classical PLLA-made.

Key words: talar fractures, talar dislocations, resorbable screws, PLLA, magnesium

Introduzione

L'astragalo è caratterizzato da una ampia superficie ricoperta da cartilagine e da una vascolarizzazione terminale; entrambe queste caratteristiche anatomiche lo rendono particolarmente vulnerabile alle conseguenze degli agenti traumatici¹⁻⁵.

Le lesioni traumatiche di astragalo sono una evenienza rara in valore assoluto, ma che rappresenta spesso una sfida importante per il chirurgo che si accinge a trattarle, spesso chiamato a fronteggiare evoluzioni imprevedibili e generalmente invalidanti⁶⁻⁸.

Proprio questa relativa ridotta frequenza, sommata alla importante percentuale di evoluzioni negative evidenziata in seguito a fratture e lussazioni, fa sì che in questi casi sia necessario rispettare in maniera precisa una serie di principi, volti a rendere l'approccio chirurgico il più efficace possibile nel limitare gli esiti, evitando nel con-

Indirizzo per la corrispondenza:

Walter Daghino
strada Moncalvo, 30/1
10024 Moncalieri (TO)
walterdaghino@hotmail.com

tempo di generare lesioni supplementari di tipo iatrogeno oltre a quelle imputabili alla frattura stessa^{8,9}.

Principi

Tra questi principi basilari si annoverano le seguenti accortezze:

- Mai approcciare una frattura chirurgicamente senza la valutazione morfologica con la TC bidimensionale (la 3D può aggiungere informazioni utili soprattutto alla definizione spaziale, ma queste non sono indispensabili e soprattutto la definizione delle scomposizioni centrali è interpretabile solo con le ricostruzioni coronali e sagittali)^{10,11}.
- Sono lesioni da trattare in emergenza solo per quanto riguarda la riduzione delle lussazioni (il trattamento definitivo è più conveniente sia attuato da chirurghi specificamente formati e con a disposizione tutti gli strumentari e dispositivi necessari).
- La pianificazione è un passaggio basilare sul percorso necessario a ottenere una riduzione il più possibile scrupolosa in ogni contesto articolare.
- Nell'ambito delle manovre riduttive un aspetto chiave e centrale è rappresentato dal ripristino della corretta anatomia della porzione mediale del collo, evitando malriduzioni e malconsolidazioni in varismo, scarsamente tollerate dalla meccanica segmentaria.
- Compatibilmente con le caratteristiche della lesione va privilegiata l'osteosintesi stabile dei segmenti, evitando il ricorso ai fili di K come trattamento definitivo in quanto non sufficientemente garanti del mantenimento dei rapporti tra i vari segmenti ricostruiti.
- Nonostante alcuni autori consiglino accessi combinati, va considerato che molte situazioni di crisi dell'apporto vascolare possono essere scatenate da lesioni iatrogene, per cui, compatibilmente con l'anatomia patologica della lesione, se possibile è preferibile ricorrere a un solo accesso, di solito quello mediale.
- Soprattutto per le lesioni gravi, è necessario informare in maniera estesa il paziente in merito ai gravi rischi di evoluzioni non soddisfacenti^{12,13}; a proposito di queste situazioni, sono descritti casi sporadici di sostituzione protesica¹⁴ e di tentativi di ricostruzione con procedure di salvataggio; nell'ambito di questa dicotomia di indicazioni, se e quando possibile è opportuno cercare sempre di mantenere il corpo dell'astragalo^{15,16}.

Moderni orientamenti

Considerando la gestione delle lesioni più gravi ("crush syndrome"), anche se con limiti di numerosità dei campioni e con segnalazioni di precoci fallimenti, sono sta-

te descritte episodiche interessanti esperienze di casi di protesizzazione con componenti realizzate su misura, anche con tecnologie avanzate di stampa 3D e rivestimenti osteoconduttivi per sostituire la componente talare, talora anche in associazione a sostituzione protesica totale della caviglia¹⁷.

Considerando la priorità assoluta il tentativo di mantenere i segmenti ossei, pur se gravemente compromessi, la principale frontiera degli ultimi anni è stata il ricorso a mezzi di sintesi riassorbibili per ricostruire le lesioni più complesse e frammentate, in modo da non dovere ritornare necessariamente per la stessa via in caso di fallimento per rimuovere gli stessi^{15,18}.

Dopo numerose esperienze con dispositivi in acido polilattico (PLLA), positive per quanto riguarda gli esiti ma a cui si associa una più impegnativa tecnica chirurgica rispetto ai corrispondenti mezzi di sintesi metallici¹⁸, la nuova frontiera di queste indicazioni negli ultimi anni si è rivelata l'impiego di viti e barre in magnesio, ugualmente riassorbibili come il PLLA, ma con caratteristiche meccaniche molto più simili alle convenzionali viti in titanio impiegabili in alternativa per gli stessi scopi¹⁹.

Bibliografia

- 1 Hawkins LG. *Fractures of the neck of the talus*. J Bone Joint Surg Am 1970;52:991-1002.
- 2 Sanders RW, Lindvall E. *Fractures and fracture-dislocations of the talus*. In: Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL, eds. *Surgery of the foot and ankle, eighth edition*. Philadelphia: Mosby Elsevier 2007, pp. 2075-2136.
- 3 Daniels TR, Smith JW. *Talar neck fractures*. Foot Ankle 1993;14:225-34.
- 4 Dunn AR, Jacobs B, Cambell RD. *Fractures of the talus*. J Trauma 1966;6:443-4.
- 5 Thordarson DB. *Talar body fractures*. Orthop Clin North Am 2001;32:65-77.
- 6 Fournier A, Barba N, Steiger V, et al. *Total talar fracture - long-term results of internal fixation of talar fractures. A multicentric study of 114 cases*. Orthop Traumatol Surg Res 2012;98(4 Suppl):S48-55.
- 7 Ebraheim NA, Patil V, Owens C, et al. *Clinical outcome of fractures of the talar body*. Int Orthop 2008;32:773-7.
- 8 Vallier HA, Nork SE, Benirschke SK, et al. *Surgical treatment of talar body fractures*. J Bone Joint Surg Am 2003;85:1716-24.
- 9 Swanson TV, Bray TJ, Holmes GB Jr. *Fractures of the talar neck. A mechanical study of fixation*. J Bone Joint Surg Am 1992;74:544-51.
- 10 Daghino W, Messina M, Cerlon R. *Trattamento Chirurgico delle Lesioni traumatiche dell'astragalo*. In: Daghino W, Massè M, eds. *Atlante di chirurgia delle lesioni traumatiche della caviglia e del piede*. Roma: Verduci Ed. 2016, pp. 53-69.

- ¹¹ Schatzker J, Tile M. *The management of fractures and dislocations of the talus*. In: Tscherne H, Schatzker J, eds. *Major fractures of the pilon, the talus, and the calcaneus*. Berlin: Springer-Verlag 1993 pp. 87-104.
- ¹² Mayo KA. *Fractures of the talus: principles of management and techniques of treatment*. *Techniques Orthop* 1987;2:42-54.
- ¹³ Ebraheim NA, Mekhail AO, Salpietro BJ, et al. *Talar neck fractures: anatomic considerations for posterior screw application*. *Foot Ankle Int* 1996;17:541-7.
- ¹⁴ Harnroongroj T, Harnroongroj T. *The talar body prosthesis: results at ten to thirty-six years of follow-up*. *J Bone Joint Surg Am* 2014;16:96:1211-8.
- ¹⁵ Noda M, Yoshino K, Honda H, et al. *A comminuted talar body fracture osteosynthesized with bioabsorbable screws: a case report*. *J Trauma* 2004;56:709-12.
- ¹⁶ Adelaar RS. *The treatment of complex fractures of the talus*. *Orthop Clin North Am* 1989;20:691-707.
- ¹⁷ Magnan B, Facci E, Bartolozzi P. *Traumatic loss of the talus treated with a talar body prosthesis and total ankle arthroplasty. A case report*. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:1778-82.
- ¹⁸ Daghino W, Di Gregorio G, Cerlon R. *Surgical reconstruction of a crush injury of the talar body: a case report*. *J Bone Joint Surg Am* 2011;20;93:e80. doi: 10.2106/JBJS.J.01358.
- ¹⁹ Kose O, Turan A, Unal M, et al. *Fixation of medial malleolar fractures with magnesium bioabsorbable headless compression screws: short-term clinical and radiological outcomes in eleven patients*. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138:1069-75.

F. Malerba
C. Bonifacini

Istituto Galeazzi Milano IRCS

Protesi di caviglia da revisione

Revision total ankle arthroplasty

Riassunto

Gli AA presentano la frequenza delle complicazioni delle protesi di caviglia e gli interventi di revisione possibili. Le protesi di revisione si sono sviluppate con l'aumento del numero di protesi di caviglia impiantate, le indicazioni non sono ancora ben definite, i risultati e le complicazioni variano moltissimo a seconda dei diversi AA, mancano dati a lungo termine. Ulteriori ricerche e valutazioni a maggior distanza di tempo sono necessarie. Viene riportata la casistica degli AA.

Parole chiave: protesi caviglia di revisione, fallimento di protesi di caviglia, riptotesizzazione

Summary

The AA report the frequency of complications in ankle prosthesis surgery and the feasible revisions. Revision arthroplasty increased in numbers in the last years and implants especially designed for revision surgery were proposed. The indications are not clear, the numbers are limited, the results have a great variability. Further research and long follow up required. The AA presents their cases.

Key Words: failed ankle prosthesis, revision ankle prosthesis

Henricson nel 2011¹ ha proposto di utilizzare il termine di interventi di revisione limitatamente alle procedure chirurgiche che prevedano la rimozione (revisione artrodesi o amputazione) o sostituzione completa o parziale delle componenti protesiche (revisione artroplastica), menisco intercambiabile escluso. Questa impostazione è stata accettata senza riserve dalla letteratura.

Le cause di insuccesso che possono portare ad un intervento di revisione sono molteplici e sono raccolte nella Tabella I e presentate da Glazebrook².

La frequenza con cui si presenta la necessità di effettuare un intervento di revisione è stata presa in considerazione da molti Autori. Sulla base di studi clinici e dei dati estratti dai registri nazionali Labek ipotizza una percentuale di revisione del 21,8% a 5 anni e del 43,5% a 10 anni; mette anche in evidenza come tali dati differiscano di molto dai dati riportati dagli "inventors"³.

Henricson riferisce una sopravvivenza dell'impianto dell'80% a 10 anni su 780 casi (dati estratti dal registro nazionale svedese delle protesi) ed inoltre evidenzia come il miglioramento degli impianti non sembra avere influito sulla sopravvivenza degli stessi⁴.

In caso di un intervento di revisione la artrodesi è stata da sempre la procedura di scelta, solo negli ultimi anni è stata messa in alternativa ad interventi di riptotesizzazione.

La artrodesi è una scelta obbligata in caso di infezione presente o recente, osteonecrosi, gravi deformazioni e scarsa qualità dei tessuti molli peri-protesici oppure una scelta consigliabile in caso di gravi perdite di sostanza ossea, estrema rigidità della tibiotalare o in presenza di pazienti poco affidabili o con aspettative non realistiche.

Indicazioni: mentre la letteratura è molto precisa nell'indicare le controindicazioni per una riptotesizzazione le indicazioni a preferire una riptotesizzazione sono meno definite: presenza di alterazioni artrosiche nelle articolazioni peri-astragaliche, buona qualità dell'osso e dei tessuti molli e presenza di una buona articolare ricorrono

Indirizzo per la corrispondenza:
Francesco Malerba
francesco.malerba.fm@gmail.com

Tabella I. Cause di revisione più frequenti

Affondamento delle componenti doloroso
Osteolisi peri-protetica progressiva
Dolore continuo e non controllabile
Infezione
Mal allineamento dell'impianto (errore tecnico)

frequentemente, in realtà sembra prevalere l'atteggiamento del chirurgo nell'affrontare la patologia. Chirurghi che per esperienza e per convinzione personale sono favorevoli alle protesi primarie sono altrettanto a favore della riptotesizzazione. Una meta-analisi su 1.105 protesi di caviglia riporta 108 fallimenti che hanno richiesto una revisione, in 67 casi pari al 62% la scelta del chirurgo ortopedico è stata di percorrere la via della riptotesizzazione.

È inoltre fondamentale la decisione del paziente che se era soddisfatto della protesi primaria preferisce la riptotesizzazione, ed analogo è l'atteggiamento del paziente che a priori rifiuta una artrodesi.

Protesi di revisione

Inizialmente nelle riptotesizzazioni ci si è avvalsi di protesi di primo impianto di taglia maggiore (menischi più spessi) associate ad innesti o cementazione (soluzione ancora oggi possibile in caso di limitata perdita di sostanza o di osteolisi peri-protetiche senza affondamento delle componenti), sono poi comparse protesi specificatamente disegnate per interventi di riptotesizzazione.

Caratteristiche generali degli impianti di riptotesizzazione :

- spessore più elevato del piatto tibiale (di varie misure) che può presentare uno stelo endomidollare (di lunghezza modulabile o fissa);
- spessori multipli e molto elevati dell'inserto in polietilene (che non è mobile);
- la componente astragalica è fissata con viti o fittoni di varia lunghezza (anche trans articolari alla articolazione sotto astragalica), in alcuni modelli è presente un offset posteriore per compensare riassorbimenti asimmetrici del corpo dell'astragalo.

Fra le protesi disegnate per specificatamente la revisione attualmente reperibili sul mercato e accompagnate da una documentazione sufficiente segnaliamo la protesi Inbone II, la protesi Invision (Wright medical group), la Salto Talaris XT con e senza stelo endomidollare (Tornier), la Hintermann 3H (DT Med Tec) (Fig. 1).

Protesi Inbone II (Fig. 1A): inizialmente proposta come protesi di primo impianto, per le sue caratteristiche di disegno viene proposta anche come protesi da revisione.



Figura 1. A) Inbone II; B) Invision; C, D) Salto revisione con e senza stelo; E) Hintermann H3.

La componente tibiale è caratterizzata da uno stelo endomidollare modulare, i vari elementi (diametri da 12 a 18 mm) vengono assemblati sul campo chirurgico.

Protesi Invision (Fig. 1B): rappresenta una evoluzione della Inbone II, il piatto tibiale ed il menisco hanno più spessori, la componente astragalica ricerca un appoggio corticale su tutta la periferia del corpo astragalico e prevede la possibilità di inserti metallici che vanno a riempire aree osteolitiche riducendo il volume di innesto necessario.

Protesi Salto Talaris XT (Figg. 1C, 1D): la componente tibiale presenta sia l'ancoraggio tibiale della Salto Talaris di primo impianto che la possibilità un fittone endomidollare. La componente astragalica si presenta anche con un offset posteriore per consentire un corretto allineamento della articolazione in caso di cedimento posteriore del corpo astragalico.

Protesi Hintermann H3 (Fig. 1E): il piatto tibiale ed il menisco hanno taglie e spessori differenti tali da riempire perdite di sostanza di notevole dimensione.

Le protesi tibiali con stelo modulare vengono assemblate direttamente sul campo chirurgico e sono costituite da diversi elementi collegabili l'uno sull'altro, la modularità consente quindi di adattare la lunghezza dello stelo alla morfologia della metafisi tibiale, le protesi a stelo fisso vengono introdotte per via anteriore praticando uno sportello nella regione anteriore della tibia di dimensioni adatte a consentire l'introduzione della componente tibiale. Lo svantaggio di indebolire la regione metafisaria tibia è compensato dalla possibilità di zeppare la zona periprotetica endomidollare sotto controllo della vista, la apposizione dell'osso di innesto avviene con maggior precisione.

Le protesi con stelo tibiale modulare richiedono una utilizzazione per-operatoria dell'intensificatore di brillantezza molto elevata con esposizioni medico \ paziente che debbono essere considerate e possono per alcuni AA⁵ entrare nei criteri di scelta dell'impianto.

Tecnica chirurgica

La letteratura suggerisce di utilizzare la via di accesso precedente (antero mediale o antero laterale) e sottolinea una accurata gestione dei tessuti molli, in caso di una protesi impiantata per via laterale può essere necessario un doppio accesso in quanto tutte le protesi da revisione prevedono la l'inserimento per via anteriore.

La rimozione delle componenti ancora integrate deve avvenire con prudenza e con l'ausilio di scalpelli a lama sottile e flessibile per potere seguire i contorni della protesi senza rimuovere ulteriore osso spongioso

Vi è consenso a suggerire di riempire con osso spongioso autologo o di banca tutte le perdite di sostanza tibiali o astragaliche, l'uso di cemento è possibile ma non raccomandato a meno che non sia indispensabile per ottenere una stabilità primaria certa che è prerequisito in un intervento di ri protesizzazione.

Alcuni AA⁶ in caso di notevole perdita di sostanza hanno eseguito l'intervento in due tempi (innesto in prima istanza e impianto a consolidazione dell'innesto raggiunta) e riferiscono un buon risultato.

È fondamentale una copertura completa della zona di resezione tibiale con pieno appoggio corticale della componente protesica ed una correzione contemporanea di difetti di allineamento del retro piede.

Risultati :sono pochi i chirurghi che hanno una casistica così numerosa da contribuire in maniera significativa alla letteratura, Hintermann nel 2013⁷ presenta una revisione a breve termine su 117 casi con risultati simili a quelli ottenibili in un primo impianto e ribadisce che sono fondamentali per il buon esito dell'intervento la stabilità primaria e il buon allineamento dell'impianto e del retro piede.

A conclusioni diverse giungono Minnick e Brage⁸ che mettendo a confronto i risultati funzionali e la soddisfazione del paziente fra protesi primarie ed interventi di ri protesizzazione concludono per un miglior risultato nelle protesi primarie.

Kamrad^{9,10} esegue una pregevole valutazione della funzione in pazienti che siano stati sottoposti ad intervento di revisione per fallimento di una protesi caviglia mettendo a confronto pazienti trattati con una artrodesi con pazienti trattati con una ri protesizzazione. In entrambi i gruppi la soddisfazione del paziente e gli score funzionali (PROMS) sono molto bassi (< 50%), però il numero dei reinterventi resisi necessari dopo una revisione è molto inferiore nelle revisioni artrodesi e la sopravvivenza dell'impianto di revisione a 10 anni è del 52%. L'AA conclude la sua indagine scegliendo la artrodesi come trattamento di scelta nelle revisioni.

Tutti gli AA che si sono occupati dell'argomento sottolineano che si tratta di una chirurgia difficile, con frequenti complicazioni e che è indispensabile attendere i risultati a

lungo termine¹¹⁻¹⁴.

Pareri così discordi sui risultati impongono una informazione al paziente completa, il consenso all'intervento deve riportare la esistenza di una alternativa, la frequenza delle complicazioni immediate e a distanza, la possibilità di ulteriori interventi e segnalare la carenza di dati sui risultati a distanza.

Casistica degli AA: nel periodo 2010- 2017 sono stati sottoposti presso l'Istituto Galeazzi ad intervento di revisione artroplastica della tibiotarsica 10 pazienti per un totale di 12 reimpianti. In un paziente l'intervento è stato eseguito bilateralmente, un paziente è stato sottoposto ad una seconda revisione artroplastica. 11 volte è stata effettuata una sostituzione totale della protesi in un caso è stata sostituita solo la componente astragalica.

Nello stesso periodo è stato eseguito un numero superiore di revisione artrodesi.

Si è trattato di 5 donne e 5 uomini la protesizzazione primaria era stata eseguita in 9 pazienti per esiti traumatici, in 1 paziente (intervento eseguito bilateralmente) la patologia di base era la artrite reumatoide. La revisione protesica è stato eseguita in media dopo 7,5 anni dal primo impianto. L'età media al momento del reimpianto era di 59,5 anni (72-53).

Motivo della revisione: osteolisi progressiva particolarmente della componente astragalica, affondamento delle componenti, scintigrafia positiva indicativa di mobilitazione, dolore, rigidità.

A tutti i pazienti è stata prospettata l'alternativa artrodesi versus ri protesizzazione, 8 pazienti hanno scelto la ri protesizzazione per il buon risultato dell'impianto precedente, 2 pazienti hanno opposto un fermo rifiuto ad un blocco della articolazione.

Il protocollo preoperatorio prevede la esecuzione delle radiografie della tibiotarsica, la proiezione di Saltzman per controllare l'allineamento del retro piede e l'esecuzione di una TAC della caviglia.

I pazienti hanno seguito il trattamento antibiotico preoperatorio standard dell'Istituto (cefazolina 2 gr in immediato preoperatorio prima della insufflazione del laccio).

In tutti i casi è stata utilizzata la via di accesso del precedente intervento (antero mediale o antero laterale), l'intervento è stato eseguito con arto esangue, il laccio è stato rilasciato dopo 90 minuti e se necessario rigonfiato dopo 15 minuti.

La rimozione dell'impianto eseguita con le necessarie cautele è avvenuta senza difficoltà, in un solo caso durante la rimozione della componente astragalica affondata ma parzialmente integrata si è determinata una frattura composta del collo astragalico guarita senza esiti. Le aree litiche astragaliche e tibiali sono state riempite con chips di osso spongioso di banca, nel caso della sostituzione della

sola componente astraglica non riuscendo a dare una stabilità primaria alla componente si è preferito utilizzare del cemento per zeppare la cavità e dare stabilità. In 8 revisioni è stata utilizzata la protesi Inbone II, in 3 la protesi Invision, in 1 caso (revisione della sola componente astraglica), è stata utilizzata la componente astraglica BOX. La componente astraglica della protesi Invision presenta degli slot di alloggiamento di inserti in titanio che rendono meno ampio il vuoto da riempire con innesti e sono stati utilizzati con questa ottica inoltre è previsto l'ancoraggio anteriore con viti che consente di ottenere una stabilità primaria dell'impianto anche con ampie zone di lisi del corpo astraglico.

Per l'impianto della protesi Inbone II e della protesi Invision è necessario posizionare l'arto su un apposito supporto al quale viene fissato con Steinman filettati tibiali e calcaneali, l'uso dell'amplificatore di brillantezza è indispensabile per un corretto posizionamento dell'impianto sia per quanto riguarda la dimensione delle componenti che per allineamento sull'asse anatomico tibiale, bisogna rilevare che la ricerca di un buon allineamento espone gli operatori e il paziente a dosi di radiazioni importanti e rende la protezione con camici piombati obbligatoria ⁵.

Nella scelta dell'impianto è importante realizzare sempre un appoggio corticale tibiale (specie in antero posteriore) e astraglico.

Interventi associati: in due casi è stata eseguita una osteotomia di medializzazione della tuberosità calcaneare, in due casi un allungamento a cielo aperto del tendine di Achille.

In tutti gli interventi sono stati eseguiti prelievi per ABG risultati tutti negativi.

Il tempo medio di durata dell'intervento è stato di 160 minuti. Al termine dell'intervento l'arto è stato posto in gesso per 1 mese con successivo protocollo riabilitativo identico a quello delle protesi primarie.

In questi 12 reimpianti non abbiamo osservato complicazioni intraoperatorie o postoperatorie immediate.

Non sono stati necessari interventi ulteriori.

Questa casistica ha un follow-up minimo 2 anni, medio di 4,5 anni. Vengono presentati alcuni risultati radiografici (Figg. 2-6).

Non sono stati osservati segni di mobilizzazione degli impianti, in un caso l'innesto spongioso tibiale peri-protetico si è parzialmente riassorbito senza incidere sulla stabilità dell'impianto, in un caso sono comparse delle ossificazioni posteriori con limitazione netta del movimento.

Valutazione clinica del movimento: recupero discreto della flessione dorsale della caviglia oltre la neutralità, movimento finale rapportato al dato iniziale.

In tutti i pazienti è stato compilato lo score di valutazione AOFAS (Ankle - Hindfoot Scale da 0 a 100) ed è stato



Figura 2. Mobilizzazione/dislocazione protesi box, revisione con protesi Inbone, controllo a 5 anni.



Figura 3. Osteolisi astraglica e tibiale dolore, scintigrafia + revisione Inbone a 3 anni.

somministrato la scheda del Foot Function Index che richiede una valutazione da parte del paziente del dolore e delle difficoltà quotidiane (per entrambi valutazione da 0 a un massimo di 81) ¹⁵. I risultati sono riportati nella Tabella II. I risultati ottenuti sono incoraggianti va però messo in evidenza che il follow-up è molto breve ed il numero dei pazienti molto piccolo. Interpretiamo la discordanza con le osservazioni di molti AA sulla frequenza delle complicazioni intra-operatorie o in acuto con la accurata scelta del paziente (assenza di gravi perdite di sostanza, di gravi deformazioni di allineamento e per l'uso dell'amplificatore di brillantezza che limita le possibilità di un mal posizionamento dell'impianto o di fratture intraoperatorie). Molte delle casistiche meno favorevoli sono state condotte su revisio-



Figura 4. Mobilizzazione/affondamento in artrite reumatoide, revisione con protesi Invision e osteotomia calcagno, risultato a 3 anni.



Figura 6. Revisione protesi Invision, controllo a 3 anni.



Figura 5. Affondamento/mobilizzazione protesi Salto. Revisione protesi Hintegra, dolore/rigidità, rifiuta artrodesi. Il revisione protesi Inbone 4 anni post.op.

ne della protesi Agility che richiedeva un grande sacrificio scheletrico all'impianto e conseguentemente una grande complessità della ripotesizzazione. Riteniamo obbligatorie ulteriori valutazioni nel tempo.

Tabella II. Variazione degli score funzionali al follow-up.

AOFAS Ankle score	24,8	73,8
FFI dolore	77	19
FFI disabilità	62,2	25,5

Bibliografia

- 1 Henricson A, Carlsson A, Rydholm U. *What is a revision of total ankle replacement?* Foot Ankle Surg 2011;17):99-102.
- 2 M. Glazebrook. *Evidence-based classification of complications in total ankle arthroplasty.* F.A.I. 2009.
- 3 Labek G, Klaus H, Schlichtherle R, et al. *Revision rates after total ankle arthroplasty in sample-based clinical studies and national registries.* Foot Ankle Int 2011;32:740-74TS.
- 4 Henricson A, Nilsson J-Å, Carlsson Å. *10-year survival of total ankle arthroplasties. A report on 780 cases from the Swedish Ankle Register.* Acta Orthop Scand 2011;6.
- 5 Roukis S, Iceman K, Elliott AD. *Intraoperative radiation exposure during revision total ankle replacement.* J Foot Ankle Surg 2016;55:732-7.
- 6 Horisberger H, Henninger M, Valderrabano V, et al. *Bone augmentation for revision total ankle arthroplasty with large bone defects A technical note on 10 cases.* Acta Orthop 2015;86:412-4.
- 7 Hintermann B, Zwicky L, Knupp M, et al. *Hintegra revision arthroplasty for failed total ankle prostheses* J Bone Joint Surg Am 2013; 95:1166-74.
- 8 Brage MM, Lauder A. *Functional outcomes of revision total ankle arthroplasty.* AOFAS Annual Meeting 2017.
- 9 Kamrad I, Henricsson A, Karlsson MK, et al. *Poor prosthesis survival and function after component exchange of total ankle prostheses.* Acta Orthop 2015;86:407-11. doi: 10.3109/1745 3674.2015.1018760.
- 10 Kamrad I, Henricson A, Magnusson H, et al. *Outcome after salvage arthrodesis for failed total ankle replacement.* Foot Ankle Int 2016;37:255-61.
- 11 Jonck J, Myerson MS. *Revision total ankle replacement.* Foot Ankle Clin 2012;17:687-706.

- ¹² Roukis G, Berlet C, Bibbo C, et al. *Wünscheland revision total ankle replacement: evidence-based surgical management*. Springer 2016.
- ¹³ Roukis T, Prissel M. *A closer look at total ankle replacement revision*. Podiatry to day 2014;27.
- ¹⁴ Schipper O, Haddad S, Van den Avont A. *Outcomes of revision ankle arthroplasty using a fixed-bearing, stemmed intramedullary prosthesis* AOFAS. Annual Meeting 2017.
- ¹⁵ Martinelli Scotto N, Sartorelli E, Bonifacini C, et al. *Reliability, validity and responsiveness of the Italian version of the Foot Function Index in patients with foot and ankle diseases*. Quality of Life Research 2013.

G. Durastanti¹
C. Belvedere¹,
C. Faldini²
B. Grant¹
B. Sintini¹
A. Mazzotti²
S. Durante³
A. Leardini¹

¹ Laboratorio di Analisi del Movimento e
Valutazione Funzionale-Clinica Protesi;

² Clinica Ortopedica e Traumatologica I;

³ Servizio di Assistenza Infermieristica,
Tecnica e della Riabilitazione, del IRCCS
Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna

Chirurgia piede e caviglia. Riprotesi della caviglia: protesi custom-made

*Surgery of the foot and ankle. Total Ankle Replacement: custom-made
protheses*

Riassunto

Le protesi totali di caviglia sono spesso soggette a fallimenti, principalmente dovuti al mancato accoppiamento tra la protesi e le ossa sottostanti. Attraverso la recente tecnologia della stampa 3D è ora possibile realizzare componenti protesiche standard e personalizzate mediante la fusione di polveri metalliche strato dopo strato. Nel presente studio viene presentata una nuova procedura per la protesizzazione personalizzata nell'artroplastica di caviglia, un processo che include segmentazione da imaging medicale, modellazione articolare, progettazione della protesi ed infine stampa 3D. Le caviglie in esame sono state scansionate mediante CT per ottenere i corrispondenti modelli 3D delle ossa che compongono la caviglia. Da questi modelli, sono stati progettati un insieme di componenti protesiche personalizzate sull'anatomia dei soggetti acquisiti, prendendo in esame diversi approcci progettuali, la qualità dell'osso e vari aspetti biomeccanici. Tali componenti vengono infine stampati in 3D partendo da polveri di leghe di cobalto-cromo-molibdeno. L'accuratezza della procedura generale è stata valutata mediante la generazione di mappe di distanza tra gli impianti originali e quelli finali personalizzati, e stimando tra di essi la variazione del volume di osso rimosso durante l'operazione chirurgica. In particolare, nella presente prima esperienza, questa personalizzazione geometrica è stata esplorata per la protesi di caviglia BOX Ankle, già ampiamente utilizzata in tutto il mondo. Lo scopo era di ottenere un minimo disallineamento protesi-osso, un buon allineamento articolare complessivo, una ridotta perdita di tessuto osseo, e garantire, di conseguenza, una maggiore stabilità dell'impianto. Le simulazioni al computer, anche tramite un impianto virtuale, sono state eseguite e discusse con i chirurghi. La procedura è stata applicata con successo su undici campioni di caviglie, tra cui due da pazienti e nove da preparati anatomici da cadavere, mostrando iniziali risultati positivi, comunque meritevoli di ulteriori indagini. Gli impianti ottenuti per un ogni campione hanno permesso di indagare l'efficacia e la qualità della personalizzazione. I risultati iniziali sono molto incoraggianti, in quanto mostrano un netto aumento della copertura protesi-osso, ovvero un migliore alloggiamento dell'impianto, e quindi una riduzione delle problematiche di dimensionamento. Attraverso questo studio, sono stati progettati, per la prima volta, protesi totali di caviglia fatte su misura, realizzate con tecnologia additiva e successivamente testate. Questo rappresenta un primo passo fondamentale verso lo sviluppo di protesi completamente personalizzate.

Parole chiave: protesi di caviglia, progettazione personalizzata, stampa 3D, accoppiamento osso-protesi, impianto virtuale

Abstract

Many failures in total joint replacement are associated to the critical issue of prosthesis-to-bone mismatch. With recent additive-manufacturing, i.e. 3D-printing, custom-made prostheses can be manufactured by melting metal powders layer-by-layer. In this study, a novel procedure is presented for subject-specific ankle replacements, including medical imaging, joint modelling, prosthesis design, and 3D printing. The arthritic ankles are CT-scanned, and corresponding 3D bone models of the tibia, fibula and talus are obtained. From these models, subject-specific implant sets are designed, theoretically according to the overall dimensions and alignments, to bone quality, and also to different biomechanical concepts. These custom implants are eventually 3D-printed using cobalt-chromium-molybdenum powder. The accuracy and advantages of this overall procedure were assessed via distance map comparisons between the original anatomical bones and the final metal implants. In an initial clinical experience, this geometrical customisation has been explored

Indirizzo per la corrispondenza:

Alberto Leardini

Laboratorio Analisi del Movimento, IRCCS
Istituto Ortopedico Rizzoli, via di Barbiano
1/10, 40136 Bologna, Italy
leardini@ior.it

for the established BOX Ankle prosthesis. The present general customisation procedure was developed further to obtain a minimum prosthesis-to-bone mismatch, good overall alignment, and minimum bone stock loss. Computer simulations, also via virtual implantation, were performed and discussed with the surgeons. This customisation technique has been applied successfully to a number of subject-specific bone models and a few patients. These implantations were used in a comparative analysis to investigate the effectiveness and quality of the customisation. The initial results are very encouraging, with clear increase in the prosthesis-to-bone coverage, i.e. improved implant seat, and therefore mitigation of size mismatch. For the first time, custom-made implants for total ankle replacements were designed, manufactured with additive technology and tested. This procedure is a first fundamental step, worthy of further investigation, towards the development of completely personalised prostheses

KEY WORDS: ankle replacement, custom prosthesis design, 3D printing, prosthesis-to-bone mismatch, virtual implantation

Introduzione

La sostituzione protesica articolare, ad oggi, è un intervento chirurgico di successo, nonostante siano ancora riportati casi di fallimento ed insoddisfazione del paziente¹⁻². Le piccole articolazioni, come polso e caviglia, hanno ricevuto minore interessamento dal punto di vista scientifico, clinico ed industriale, a differenza delle articolazioni di ginocchio ed anca, le più comunemente soggette a sostituzioni protesiche. Tra le piccole articolazioni, la sostituzione totale di caviglia (o Total Ankle Replacement - TAR) ha lo scopo, nel caso di severe artrosi, di ripristinare la naturale mobilità dell'articolazione e di alleviare il dolore³, diventando sempre più una valida alternativa all'artrodesi²⁻⁴. In particolare, la TAR implica la sostituzione delle superfici articolari della tibia distale e dell'astragalo prossimale con componenti protesiche in metallo, ed un inserto in polietilene frapposto tra queste due componenti. Tuttavia, varie complicanze, tra cui gli alti tassi di insuccesso e d'insoddisfazione del paziente, continuano a preoccupare i chirurghi⁵⁻⁹. La complessa morfologia ossea, la cinematica articolare tridimensionale e le piccole dimensioni, rappresentano probabilmente i fattori che contribuiscono maggiormente a questi risultati insoddisfacenti³, oltre al fatto che gli attuali disegni protesici non sono basati sulla reale anatomia del paziente, risultando in un mancato recupero della cinematica articolare fisiologica della caviglia sostituita. Tutto ciò porta spesso ad una importante difformità tra la geometria delle componenti protesiche e le corrispondenti superfici ossee ospitanti¹⁰, portando ad un movimento fisiologicamente innaturale e ad alti rischi di mobilitazione asettica dell'articolazione sostituita. Si prevede quindi che le TAR custom-made possano portare presto a notevoli miglioramenti dei risultati, superando molte di queste limitazioni. Tra le molte e diverse moderne tecnologie da sfruttare nel contesto della personalizzazione delle protesi di caviglia, c'è in primis la diagnostica per immagini. Questa sta positivamente risentendo di notevoli avanzamenti tecnologici con effetti nella qualità delle immagini e nell'identificazione dei diversi tessuti che permette oggi di ottenere modelli ossei 3D molto accurati, i quali rappresentano fedelmente e con dovizia di particolari la morfologia dell'articolazione in esame¹¹. Un approccio personalizzato basato su un

attento imaging biomedicale potrebbe sicuramente migliorare la diagnosi, ma soprattutto la pianificazione pre-chirurgica e potenzialmente, anche i risultati clinici¹²⁻¹³. In particolare, proprio nell'ambito delle tecnologie di imaging biomedicale ad alta risoluzione, si sta recentemente affermando la tecnologia Cone-Beam Computer Tomography (CBCT), ossia una Tomografia Computerizzata a fascio conico già nota, ma che si è recentemente dimostrata adatta anche allo studio delle articolazioni degli arti superiori ed inferiori, tra cui la caviglia, offrendo diversi vantaggi, tra cui una ridotta dose di radiazioni ionizzanti, un'elevata accuratezza nell'identificazione delle superfici ossee, un design ergonomico, ma soprattutto la possibilità di acquisire il paziente con scansioni nelle reali condizioni di carico¹⁴.

Ulteriori tecnologie a supporto della personalizzazione riguardano software specifici per la modellazione 3D e per la progettazione di disegni protesici specifici, che offrono un accesso facile ed economico allo sviluppo di questi dispositivi¹⁵, ed infine il cosiddetto "additive manufacturing", ovvero la stampa 3D. Usando la recente tecnica Selective-Laser-Melting (SLM), le componenti protesiche possono ora essere fabbricate anche in metallo sempre attraverso lo stesso processo additivo, cioè creati strato per strato. Tutto ciò rappresenta un'alternativa promettente e sostenibile alla produzione convenzionale, in termini di accuratezza, pianificazione pre-operatoria e costi¹⁶, rendendo sempre più realizzabile la personalizzazione delle protesi articolari.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di investigare il processo complessivo all'interno delle TAR per la possibile personalizzazione della protesi BOX Ankle¹⁷ attraverso una procedura originale che prevede la segmentazione delle immagini biomedicali di caviglia, la modellazione 3D, il disegno protesico personalizzato, la pianificazione pre-operatoria al computer, ed alla fine la realizzazione vera e propria dell'impianto. In particolare, l'intera procedura, basata sulla reale anatomia delle singole articolazioni e sull'originale disegno della protesi, è stata applicata inizialmente a undici caviglie. La personalizzazione della protesi ha avuto come scopo principale quello della miglior corrispondenza geometrica dell'accoppiamento protesico e della riduzione della resezione delle superfici ossee

durante la procedura chirurgica di sostituzione articolare, con un conseguente miglioramento della stabilità della protesi stessa. Si osserverà che oggi la TAR su misura è un'alternativa reale con grandi potenzialità, non solo per il vantaggio di un design personalizzato dei componenti della protesi, ma anche per le dimensioni su misura, superando così i problemi associati alle poche taglie standard attualmente disponibili.

Materiali e metodi

In questo studio sono state analizzate 11 caviglie, 9 da preparati anatomici da cadavere e 2 da pazienti. Per ciascuno di questi campioni, è stata eseguita la procedura di personalizzazione della protesi totale di caviglia BOX Ankle (MatOrtho, UK). Le componenti protesiche talare, tibiale e meniscali che la compongono sono state inizialmente parametrizzate, a partire dal progetto originario della BOX, attraverso il software Creo Parametric (PTC, MA-USA), scelto come il più adatto per le presenti attività di modellazione e progettazione di impianti ortopedici. La parametrizzazione si è resa necessaria in quanto ha permesso di definire le caratteristiche principali di queste componenti, quali lunghezze, spessori, larghezze e raggi di curvatura. Questi parametri possono quindi essere ora modificati in modo semplice e in maniera molto conveniente attraverso lo stesso software, per ottenere nuovi disegni protesici e per essere di supporto quindi per la realizzazione di protesi su misura. È stato scelto di mantenere inalterati i menischi, con le loro geometrie e dimensioni, principalmente per mantenere intatto il design biomeccanico originale della protesi²⁻⁴. L'altro vincolo iniziale stabilito nella progettazione personalizzata era relativo alla tecnica operatoria e al relativo strumentario, che devono rimanere inalterati. La procedura, attuata per ogni caviglia, consiste nelle seguenti fasi principali:

- *Imaging medico.* Per ogni campione, l'articolazione di caviglia è stata scansionata tramite un dispositivo CBCT (OnSight System, Carestream), con una distanza inter-slice di 0,52 mm (Fig. 1A).
- *Segmentazione e modellazione 3D.* Il file DICOM ottenuto dalla scansione è stato importato ed elaborato in AMIRA (Zuse Institute Berlin ZIB, Dahlem, Berlin, Germany - Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) per ottenere i modelli 3D distinti delle ossa della caviglia (Fig. 1B), attraverso una procedura di segmentazione semi-automatica dei contorni delle ossa.
- *Progettazione personalizzata.* I modelli ossei specifici per paziente sono stati utilizzati per sviluppare un design personalizzato della protesi della caviglia BOX Ankle utilizzando Geomagic Control (3D System, SC-USA).

Come primo passo, è stata selezionata una misura standard della protesi che meglio si adattasse al modello della caviglia in esame (Small, Medium, Large) ed è stata virtualmente impiantata su di esso, attraverso il software Geomagic Control. A partire da questa prima fase, i principali parametri geometrici delle due componenti metalliche vengono modificati allo scopo di ottimizzare il contatto protesi-osso, con particolare attenzione a posizionare le componenti sui bordi corticali delle ossa. È spesso attuato anche il restringimento posteriore per la componente tibiale. In particolare viene ricercata generalmente una soluzione che permetta di massimizzare l'area di contatto protesi-osso, unitamente ad un buon allineamento complessivo delle componenti protesiche, compatibilmente con eventuali deformità dell'articolazione della caviglia, e ad uno spessore minimo possibile dell'insero in polietilene, per limitare la perdita di tessuto osseo (Fig. 1C). A causa dei vincoli di progettazione, sono coinvolti nella personalizzazione la larghezza, la lunghezza e lo spessore delle componenti. Una serie di protesi personalizzate provvisorie realizzate in Creo Parametric, sono virtualmente impiantate nei modelli ossei, fino a quando non è raggiunta una soluzione finale di compromesso accettabile. Infine, con la protesi personalizzata nella posizione finale prescelta, le resezioni ossee virtuali sono state eseguite utilizzando, in Geomagic Control, la manipolazione di poligoni (Fig. 1D), corrispondente alla preparazione reale finale delle ossa della caviglia che il chirurgo otterrebbe in sala operatoria.

- *Analisi e valutazione geometrica.* Per ognuna di queste 11 caviglie, è stata eseguita un'analisi comparativa tra gli impianti standard e quelli personalizzati ottenuti, attraverso l'uso di mappe di distanza per il calcolo dell'area di contatto protesi-osso e il calcolo del volume di osso asportato durante il taglio. Questi parametri hanno permesso di valutare la bontà e i benefici della personalizzazione.
- *Stampa 3D.* I modelli ossei finali e le componenti protesiche personalizzate sono stati stampati in 3D con polveri polimeriche in ABS (Fig. 1E, a destra). Questi modelli hanno mostrato una qualità sufficiente per controllare ulteriormente in 3D l'aspetto finale della caviglia da protesizzarsi, particolarmente utile per le discussioni con i chirurghi. Questi modelli sono anche di grande valore per la comunicazione medico - paziente. Dopo che è stata approvata una soluzione finale, le componenti protesiche personalizzate possono essere eventualmente stampate in 3D anche in polveri di cobalto-cromo-molibdeno¹⁸ (Figura 1E, a sinistra).

Risultati

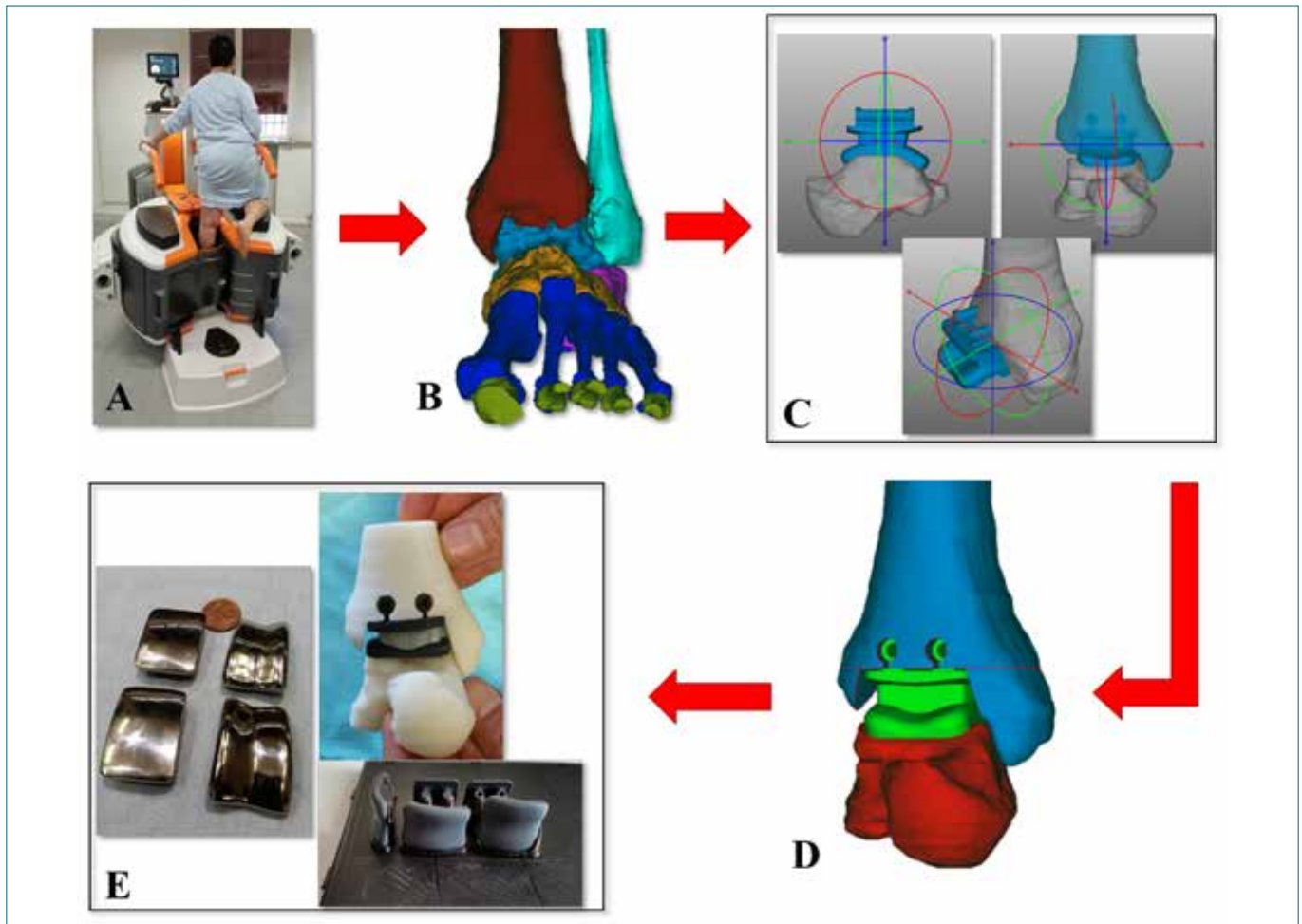


Figura 1. Completo processo di personalizzazione della protesi totale di caviglia BOX. A) acquisizione delle immagini tramite strumento CBCT OnSight System (Carestream); B) modello 3D soggetto-specifico completo delle ossa di caviglia ottenuto dalla segmentazione delle immagini diagnostiche derivanti dalla scansione; C) procedura di impianto della protesi BOX in silico attraverso il software Geomagic Control; D) modello finale della caviglia comprendente le ossa complete dei tagli e la protesi personalizzata, ottenuto dalla procedura di impianto in silico; E) risultato della stampa 3D dei modelli ossei e dei componenti protesici (a destra) ed infine la stampa della protesi finale con le polveri di cromo-cobalto-molibdeno (a sinistra).

La procedura di personalizzazione è stata eseguita con successo per ogni caviglia, consentendo di ottenere componenti protesiche su-misura molto soddisfacenti, cioè che bene si adattano alla reale anatomia di ogni singola caviglia. Per ogni campione è stata applicata la procedura d’impianto virtuale per la protesi di taglia standard e per la corrispondente protesi personalizzata, sulla base dell’anatomia del campione in esame. Partendo dalla taglia più appropriata tra le tre standard, la personalizzazione si è dimostrata utile in tutti i casi analizzati, portando con successo ad un modello finale osseo con componenti custom-made (Tab. I). Un allargamento in direzione medio-laterale della componente talare è stato necessario per quasi tutte le caviglie, così come l’allungamento posteriore della componente tibiale. Per la maggior

parte delle caviglie si è reso anche necessario il restringimento posteriore di quest’ultima, portando ad un margine posteriore più stretto. È interessante notare che per la maggioranza delle componenti tibiali è stata scelta la dimensione più piccola, alla quale si è applicato poi un allungamento posteriore. Pertanto, si può dedurre che l’attuale rapporto larghezza-lunghezza è troppo grande. Questo è fondamentale, perché componenti tibiali troppo grandi indeboliscono i malleoli, causando spesso fratture anche intra-operatorie. L’analisi della mappa di distanza ha dimostrato un aumento del contatto protesi-osso, oltre a fornire una sede migliore della protesi sul bordo osseo corticale stimato dell’astragalo e della tibia. In particolare, la superficie di contatto protesi-osso aumenta, in tutti i casi riportati, del 6-10%. L’effetto della

Tabella I. Per ogni modello soggetto-specifico, iniziali dimensioni della protesi standard (Small, Medium o Large) e posizione relativa antero-posteriore (colonne a sinistra); modifiche nelle dimensioni per le componenti protesiche dovute alla personalizzazione (colonne a destra). Tutto ciò per le undici caviglie in esame, le prime nove sono i campioni ottenuti da dissezione cadaverica mentre le ultime due (N. 10 e 11) corrispondono ai primi possibili pazienti.

N.	Componenti standard e posizione			Variazioni dallo standard				
	Taglia Componente talare	Taglia Componente tibiale	Sublussazione (mm)	Talare		Tibiale		
				Allargamen- to (mm)	Allungamen- to (mm)	Inspessi- mento (mm)	Convergenza posteriore (°)	Allargamen- to posteriore (mm)
N. 1	M	M	0	5.0	2.0	1.0	0.0	0.0
N. 2	L	L	-4.0	3.0	0.0	0.0	2.5	-2.6
N. 3	M	S	0	7.0	2.0	1.0	2.5	-2.5
N. 4	S	S	-4.0	3.0	4.0	1.0	0.0	0.0
N. 5	S	S	2.5	0.0	4.0	1.0	2.5	-2.5
N. 6	S	S	-1.0	0.0	2.0	1.0	2.5	-2.1
N. 7	M	S	0	2.0	6.0	2.0	2.5	-2.6
N. 8	S	S	0	2.0	4.0	1.0	0.0	0.0
N. 9	M	S	0	2.0	4.0	1.0	2.5	-2.5
N. 10	M	S	0	2.0	3.0	1.0	2.5	-2.4
N. 11	L	L	-7.7	2.0	2.0	1.0	3.5	-4.0
Media			-1.3	2.5	3.0	1.0	1.9	-1.9

personalizzazione sul volume di resezione non è significativo: si è osservato una diminuzione di osso asportato per l'astragalo, ma solo un leggero aumento per la tibia.

Discussione e conclusione

In questo studio, una procedura originale per la personalizzazione della protesi totale di caviglia BOX Ankle è stata ideata ed eseguita su undici caviglie. Sono stati esaminati i criteri per la modellazione e progettazione personalizzata, eseguite valutazioni geometriche tramite le mappe di distanza, e testate le potenzialità della nuova tecnologia della stampa 3D. Alcuni studi hanno riportato sostituzioni con protesi di caviglia personalizzata^{19,20}, ma si è trattato principalmente di sostituzioni che prevedono la rimozione di un'elevata porzione dell'astragalo e/o della tibia distale. In generale, nessuno studio ha mostrato lo sviluppo del processo completo di personalizzazione per le TAR esistenti. La progettazione personalizzata ha il vantaggio di ottenere componenti protesiche finali in accordo con l'esatta anatomia e con le dimensioni dell'articolazione da sostituire. La procedura implica l'acquisizione ed analisi di immagini biomediche, la modellazione 3D, la progettazione di protesi tramite software ad-hoc, e infine la stampa 3D. In particolare, nel presente studio è

stata utilizzata una tecnologia di imaging biomedicale all'avanguardia, ovvero il CBCT, che ha dimostrato di poter ottenere modelli 3D ossei con un'elevata risoluzione spaziale, e, soprattutto, in situazioni di reale carico articolare. L'intera procedura è stata eseguita in nove caviglie ottenute da dissezione anatomiche e in due pazienti reali, ed ha dimostrato con successo l'utilità della personalizzazione, portando ad un risultato finale che include modelli ossei specifici per ogni caviglia e componenti protesiche personalizzate. Il presente studio, sebbene svolto su un numero limitato di campioni, supporta i benefici reclamati dalla personalizzazione di TAR, riducendo il disallineamento tra i componenti protesici e le ossa ospitanti, un problema critico alla tibiotalare a causa delle piccole dimensioni e della vicinanza tra i malleoli, ed infine migliorando i risultati clinici.

Questo studio presenta tuttavia ancora diverse limitazioni. Innanzitutto, il numero limitato di campioni testati e la scansione di immagini biomediche in-vitro, che impedisce in questi casi la riproduzione realistica delle condizioni di carico fisiologiche. Inoltre, i vincoli imposti alla progettazione personalizzata hanno portato ad un insieme piuttosto limitato di modifiche dei parametri geometrici delle componenti, riducendo quindi le molte altre possibilità di personalizzazione. Nonostante queste limitazioni, poiché

l'obiettivo principale era definire una progettazione personalizzata generale della protesi di caviglia BOX, i nove campioni e i due pazienti si sono mostrati comunque sufficienti per valutare l'efficacia e la qualità della personalizzazione. Saranno necessari ulteriori studi in vivo su un numero maggiore di pazienti per determinare una relazione causa-effetto delle protesi su misura, necessaria per valutare l'efficacia in clinica della personalizzazione. Infine, potrebbe essere valutata la possibilità di personalizzare altri disegni protesici di caviglia, per stabilire se anche in questi si trovano vantaggi.

In conclusione, lo studio ha dimostrato che la personalizzazione delle TAR potrebbe ridurre al minimo la difformità nell'accoppiamento tra protesi e ossa ed aumentare quindi la superficie di contatto, migliorando la stabilità della protesi stessa. Ciò indica la linea per ulteriori indagini, comprese sperimentazioni cliniche, in particolare la valutazione degli effetti della personalizzazione sulla biomeccanica della caviglia e sull'usura della protesi.

Il processo di progettazione personalizzata per le TAR ha un grande potenziale per tanti altri studi futuri. I modelli 3D possono essere stampati anche in materiali polimerici economici per favorire e migliorare la formazione e l'insegnamento medico, così come le comunicazioni quotidiane tra medici e pazienti. La presente modellazione computerizzata, realizzata per ogni caviglia in esame, in futuro consentirebbe inoltre un semplice accesso alle tecnologie attualmente disponibili per l'impianto di componenti protesiche, come la chirurgia robotica o la strumentazione specifica per il paziente. Infine, l'uso di strumentazione ed inserti ad-hoc aumenterebbe ulteriormente il valore della personalizzazione migliorando i risultati dei pazienti sottoposti a sostituzione protesica di caviglia.

Bibliografia

- 1 Cenni F, Leardini A, Pieri M, et al. *Functional performance of a total ankle replacement: thorough assessment by combining gait and fluoroscopic analyses*. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2013;28:79-87.
- 2 Leardini A, O'Connor J J, Catani F, et al. *Mobility of the human ankle and the design of total ankle replacement*. Clin Orthop Relat Res 2004(424):39-46.
- 3 Leardini A, O'Connor J J, Giannini S. *Biomechanics of the natural, arthritic, and replaced human ankle joint*. J Foot Ankle Res 2014;7:8.
- 4 Leardini A. *Geometry and mechanics of the human ankle complex and ankle prosthesis design*. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2001;16:706-9.
- 5 Yu JJ, Sheskier S. *Total ankle replacement - evolution of the technology and future applications*. Bull Hosp Jt Dis 2014;72:120-8.
- 6 Vander Griend RA, Younger ASE, Buedts K, et al. *Total ankle arthroplasty: minimum follow-up policy for reporting results and guidelines for reporting problems and complications resulting in reoperations*. Foot Ankle Int 2017;38:703-4.
- 7 Feldman MH, Rockwood J. *Total ankle arthroplasty: a review of 11 current ankle implants*. Clin Podiatr Med Surg 2004;21:393-406, vii.
- 8 Cracchiolo A 3rd, Deorio JK. *Design features of current total ankle replacements: implants and instrumentation*. J Am Acad Orthop Surg 2008;16:530-40.
- 9 van den Heuvel A, Van Bouwel S, Dereymaeker G. *Total ankle replacement. Design evolution and results*. Acta Orthop Belg 2010;76:150-61.
- 10 Giannini S, Leardini A, O'Connor JJ. *Total ankle replacement: review of the designs and of the current status*. Foot Ankle Surgery 2000;6:77-88.
- 11 Belvedere C, Siegler S, Fortunato A, et al. *A new comprehensive procedure for custom-made total ankle replacements: medical imaging, joint modeling, prosthesis design, and 3D printing*. J Orthop Res 2018;37:760-8.
- 12 Gargiulo P, Helgason T, Ramon C, et al. *CT and MRI assessment and characterization using segmentation and 3D modeling techniques: applications to muscle, bone and brain*. Eur J Transl Myol 2014;24:3298.
- 13 Barg A, Bailey T, Richter M, et al. *Weightbearing computed tomography of the foot and ankle: emerging technology topical review*. Foot Ankle Int 2018;39:376-86.
- 14 Marzo J, Kluczynski M, Notino A, et al. *Comparison of a novel weightbearing cone beam computed tomography scanner versus a conventional computed tomography scanner for measuring patellar instability*. Orthop J Sports Med 2016;4:2325967116673560.
- 15 Matsiushevich K, Belvedere C, Leardini A, et al. *Quantitative comparison of freeware software for bone mesh from DICOM files*. J Biomech 2019;84:247-51.
- 16 Papagelopoulos PJ, Savvidou OD, Koutsouradis P, et al. *Three-dimensional technologies in orthopedics*. Orthopedics 2018;41:12-20.
- 17 Giannini S, Romagnoli M, O'Connor J J, et al. *Total ankle replacement compatible with ligament function produces mobility, good clinical scores, and low complication rates: an early clinical assessment*. Clin Orthop Relat Res 2010;468:2746-53.
- 18 Liverani E, Fortunato A, Leardini A, et al. *Fabrication of Co-Cr-Mo endoprosthetic ankle devices by means of Selective Laser Melting (SLM)*. Mat Des 2016;106:60-8.
- 19 Belvedere C, Cadossi M, Mazzotti A, et al. *Fluoroscopic and gait analyses for the functional performance of a custom-made total talonavicular replacement*. J Foot Ankle Surg 2017;56:836-44.
- 20 Giannini S, Cadossi M, Mazzotti A, et al. *Custom-made total talonavicular replacement in a professional rock climber*. J Foot Ankle Surg 2016;55:1271-5.

W. Daghino
M. Deregibus
D. Santoro
A. Massè

Clinica Ortopedica dell'Università di
Torino, Azienda Ospedaliera Città della
Salute e della Scienza, PO CTO, Torino

Planning pre-operatorio: chirurgia open e M.I.S.

Pre-operative planning: O.R.I.F. and M.I.S.

Riassunto

La pianificazione costituisce il primo tempo di qualsiasi atto chirurgico di trattamento di lesioni articolari calcaneari, con il duplice intento di confermarne l'indicazione e porre le basi per condurre al meglio le procedure per la ricostruzione. La pianificazione pre-operatoria di una frattura di calcagno si fa sulle immagini TC. Fondamentale, allo scopo di procedere a una idonea classificazione e ottimizzare la pianificazione, risulta la possibilità di disporre di immagini in coronale ricostruite in strato sottile su piani perpendicolari alla articolazione sottoastraglica posteriore. Il risultato finale della pianificazione deve essere accessibile e consultabile dal chirurgo in tutte le fasi dell'intervento.

Parole chiave: fratture di calcagno, pianificazione, O.R.I.F.

Summary

Planning represents the first step of any surgical treatment of calcaneal fractures, with the dual aim of confirming the indication and enhancing the reconstruction procedures. Pre-operative planning of a calcaneal fracture is done on CT images. Fundamental is the availability coronal images reconstructed in a thin layers on the plane ortogonal to the posterior subtalar joint. The final result of the planning must be accessible and available to the surgeon at all stages of the procedure.

Key words: calcaneal fractures, planning, O.R.I.F.

Introduzione

La pianificazione pre-operatoria è usuale in molti tipi di chirurgia ortopedica, ma risulta fondamentale nelle situazioni in cui l'operato è più difficile. Tipico esempio di questa condizione è la frattura del calcagno, condizione estremamente impegnativa non solo per il paziente ma anche per il chirurgo che si accinge a trattarla, che deve mettere in atto ogni possibile strategia tesa a limitarne le possibili complicanze¹⁻⁵.

In quest'ottica la pianificazione riveste il primo tempo di qualsiasi atto chirurgico di trattamento di lesioni articolari calcaneari, con il duplice intento di confermarne l'indicazione e porre le basi per condurre al meglio le procedure per la ricostruzione. La pianificazione ha un ruolo chiave nel contribuire a ridurre i tempi operatori, permettendo così di non protrarre l'intervento oltre il tempo massimo di ischemia consentita; questo ha un ruolo chiave nell'ORIF, poiché rilasciare la fascia ischemica solo dopo il completamento della sutura è un aspetto fondamentale per riuscire a ottenere una sutura non in tensione^{6,7}.

Infine, consente al chirurgo di fare un inventario preciso del materiale necessario all'intervento, aspetto basilare in una chirurgia che non è certo quotidiana data la relativa rarità di tale patologia; ciò rende possibile l'approvvigionamento in tempo utile di tutte le necessità, scongiurando la spiacevole evenienza di constatare nel mezzo dell'intervento di non avere a disposizione tutti i dispositivi eventualmente necessari⁸⁻¹² perché sorpresi da un imprevisto.

Necessità

La pianificazione pre-operatoria di una frattura di calcagno si fa sulle immagini

Indirizzo per la corrispondenza:

Walter Daghino
strada Moncalvo, 30/1
10024 Moncalieri (TO)
walterdaghino@hotmail.com

TC^{13 14}. Allo scopo sono necessarie immagini bidimensionali ricostruite sui tre piani fondamentali dello spazio (coronale, sagittale, assiale), mentre le ricostruzioni 3D hanno una valenza soprattutto iconografica, permettendo al chirurgo di meglio localizzare i punti di repere delle varie deformità. Un aiuto ulteriore a questo scopo le ricostruzioni tridimensionali lo possono fornire nel caso si possieda il software per la rimozione dei segmenti ossei adiacenti, ottenendo così immagini di ausilio al chirurgo nell'interpretare meglio soprattutto l'anatomia patologica delle lesioni dei segmenti articolari coinvolti nella sottoastragale e calcaneo cuboidea.

Fondamentale, allo scopo di procedere a una idonea classificazione e ottimizzare la pianificazione, risulta la possibilità di disporre di immagini in coronale ricostruite in strato sottile su piani perpendicolari alla articolazione sottoastragale posteriore.

Realizzazione

Una volta recuperato tutto il materiale necessario, la realizzazione pratica della pianificazione è conveniente si svolga rispettando i seguenti cinque passaggi principali¹⁵:

1. Riconoscere (e numerare) i frammenti principali della lesione nelle tre ricostruzioni fondamentali (coronale, sagittale, assiale), scelte nei tagli che meglio identificano le linee di frattura.
2. Valutare se esiste scomposizione del muro mediale e interpretarne tipologia e conseguenze con particolare riferimento alle deviazioni generate alla tuberosità posteriore rispetto agli assi anatomici principali del calcagno (orizzontale e verticale).
3. Decidere la sequenza delle manovre di riduzione da porre in atto.
4. Identificare le migliori aree di presa per i mezzi di sintesi.
5. Scegliere ed elencare strumentari e mezzi di sintesi necessari al singolo caso.

Il risultato finale della pianificazione deve essere accessibile e consultabile dal chirurgo in tutte le fasi dell'intervento: a tale scopo, è conveniente che sia stampato e appeso o riprodotto a video, a seconda delle dotazioni hardware della sala operatoria in cui si conduce l'intervento.

Bibliografia

- 1 Tscherne H, Zwipp H. *Calcaneal fractures*. In: Tscherne H, Schatzker J, eds. *Fractures of the pilon, talus, and the calcaneus. current concepts in treatment*. Berlin: Springer-Verlag 1993 pp.153-174.
- 2 Heier KA, Infante AF, Walling AK, et al. *Open fractures of the calcaneus: soft-tissue injury determines outcome*. J Bone

Joint Surg Am 2003;85-A:2276-82.

- 3 Csizy M, Buckley R, Tough S, et al. *Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion*. J Orthop Trauma 2003;17:106-12.
- 4 Schepers T, van Lieshout EM, van Ginhoven TM, Heetveld MJ, Patka P. *Current concepts in the treatment of intra-articular calcaneal fractures; results of a nationwide survey*. Int Orthop 2008;32:711-5.
- 5 Schepers T, Den Hartog D, Vogels LMM, et al. *Extended lateral approach for intra-articular calcaneal fractures: an inverse relationship between surgeon experience and wound complications*. JFAS 2013;52:167-71.
- 6 Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, et al. *Fractures of the calcaneus*. Orthop Clin North Am 2002;33:263-85.
- 7 Sanders RW, Clare MP. *Fractures of the calcaneus*. In: Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL, eds. *Surgery of the foot and ankle, eighth edition*. Philadelphia: Mosby Elsevier 2007, pp. 2017-2073.
- 8 Magnan B, Bortolazzi R, Marangon A, Marino M, Dall'Oca C, Bartolozzi P. *External fixation for displaced intra-articular fractures of the calcaneum*. J Bone Joint Surg Br 2006;88:1474-9.
- 9 Phisitkul P, Sullivan JP, Goetz JE, et al. *Maximizing safety in screw placement for posterior facet fixation in calcaneus fractures: a cadaveric radio-anatomical study*. Foot Ankle Int 2013;34:1279-85.
- 10 Ackermann O, Mauk PJ, Beuke T, et al. *Comparison of stability of plate fixateurs with parallel and oblique screw directions*. Z Orthop Unfall 2015;153:160-4. doi: 10.1055/s-0034-1396187.
- 11 Lenz M, Wahl D, Gueorguiev B, J, et al. *Concept of variable angle locking-evolution and mechanical evaluation of a recent technology*. J Orthop Res 2015;33:988-92.
- 12 Arens S, Schlegel U, Printzen G, et al. *Influence of materials for fixation implants on local infection. An experimental study of steel versus titanium DCP in rabbits*. J Bone Joint Surg Br 1996;78:647-51.
- 13 Gilmer PW, Herzenberg J, Frank JL, et al. *Computerized tomographic analysis of acute calcaneal fractures*. Foot Ankle 1986;6:184-93.
- 14 Sanders R, Fortin P, Di Pasquale T, et al. *Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification*. Clin Orthop Relat Res 1993;(290):87-95.
- 15 Daghino W, Messina M. *Trattamento chirurgico delle fratture del calcagno*. In: Daghino W, Massè M, eds. *Atlante di chirurgia delle lesioni traumatiche della caviglia e del piede*. Roma: Verduci Ed. 2016, pp. 71-93.

C.M. Mori
A. Leone
M.R. Masciale
F. Simone
B. Moretti

U.O. di Ortopedia e Traumatologia
Policlinico di Bari

Fratture di calcagno: trattamento percutaneo

Calcaneal fractures: percutaneous treatment

Riassunto

La tecnica chirurgica percutanea è l'alternativa all'approccio conservativo o chirurgico a cielo aperto per le fratture di calcagno che rappresentano più della metà delle fratture delle ossa del piede. Diversi sono gli approcci mini-invasivi presentati: tutti permettono un intervento chirurgico immediato, anche in caso di grave danno ai tessuti molli, ed una gestione post-operatoria semplice ma l'outcome risulta migliore qualora l'osteosintesi è preceduta da manovre di riduzione percutanea. Facili da controllare sono le infezioni superficiali, al pari della fissazione esterna.

Parole chiave: fratture calcaneari, tecnica percutanea, fissazione esterna, riduzione chiusa, viti cannulate

Summary

The percutaneous surgical technique is the alternative option to the conservative or open surgical approach for calcaneus fractures that represent more than half of the fractures affecting the foot. Several are the minimally invasive approaches described: all allow an immediate surgery, specially in severe damage of soft tissue, and a simple post-operative management but the outcome is better if the osteosynthesis is preceded by percutaneous reduction maneuvers. Superficial infections are easy to control, just like external fixation.

Key words: calcaneus fractures, percutaneous technique, external fixation, closed reduction, cannulated screws

Introduzione

Le fratture di calcagno, rappresentano circa il 60% delle fratture che colpiscono il piede e circa l'1% -2% di tutte le fratture. Il trattamento ottimale delle fratture talamiche del calcagno rimane controverso¹. L'approccio conservativo è associato a difetti di consolidazione che interessano la superficie articolare e le tecniche a cielo aperto pur consentendo un'ampia esposizione dell'articolazione sotto astragalica e quindi una riduzione accurata della frattura, sono gravate da aspetti negativi quali le complicanze della ferita, gli esiti cicatriziali sui peronei e le lesioni iatrogene del nervo surale. Per evitare le complicanze sui tessuti molli sono state introdotte diverse procedure meno invasive che presentano un ridotto rischio di complicanze della ferita, meno dolore postoperatorio, minor perdita ematica, rispetto alla riduzione a cielo aperto seguita da fissazione interna².

Tra le procedure mininvasive abbiamo la tecnica percutanea.

Sono state descritte diverse tecniche per la fissazione percutanea:

- riduzione percutanea e osteosintesi con viti cannulate;
- riduzione a cielo chiuso e fissazione percutanea con filo di Kirschner e/o con pin;
- fissazione percutanea guidata dall'artroscopia;
- altro: iniezione di sostituto osseo, tecnica endobutton assistita ecc.

Ricordiamo anche la fissazione esterna e chiodo.

Le tecniche percutanee e i trattamenti mininvasivi sono diventati sempre più popolari, ma non ci sono dati sufficienti per giungere ad una conclusione sui loro

Indirizzo per la corrispondenza:

Claudio Maria Mori

U.O. di Ortopedia e Traumatologia
Policlinico, piazza Giulio Cesare 11,
70124 Bari

claudiomori77@yahoo.it

benefici e ci sono pochi studi a riguardo, la maggior parte dei quali retrospettivi, con un limitato numero di pazienti ed un elevato tasso di abbandono^{3,4}.

Indicazioni

Ricordiamo che la classificazione più utilizzata per le fratture di calcagno è quella di Sanders basata sulle scansioni TC che le suddivide, in base al numero di rime di frattura e al numero di frammenti, in 4 tipi.

Per le fratture tipo I di Sanders vi è concordanza sull'indicazione al trattamento conservativo ma per le tipo II-III e IV il discorso è ancora piuttosto controverso⁵. Nel vaglio della tecnica da adottare fondamentale è considerare che mentre nelle tecniche O.R.I.F. è dimostrata la necessità d'esecuzione di una riduzione anatomica, quando si sceglie di procedere con una tecnica percutanea è essenziale ricostituire altezza e larghezza del calcagno ripristinandone il volume e l'asse.

Gestione perioperatoria

Le procedure percutanee per le fratture di calcagno permettono di poter intervenire chirurgicamente immediatamente, diversamente dalle tecniche open dove, invece, fondamentale è la valutazione dei tessuti molli, poiché laddove siano presenti gonfiore e flittene, il paziente deve prima essere gestito con applicazione di ghiaccio, medicazione asettica, scarico e mobilizzazione attiva delle dita e soltanto dopo la comparsa del "wrinkle sign" ovvero il "segno della grinza", alla dorsiflessione e all'eversione del retro piede, è possibile sottoporre il paziente ad intervento chirurgico.

Tecnica chirurgica

Il paziente viene posizionato al bordo del tavolo operatorio in posizione laterale con il lato affetto in alto. Prima di iniziare la procedura vengono eseguite radiografie standard in proiezione laterale, assiale e oblique di Brodén.

Si può utilizzare anche la posizione prona soprattutto nei casi di frattura bilaterale per ottenere la contemporanea esposizione del versante laterale dei due calcagni.

Riduzione percutanea e osteosintesi con viti cannulate

Il paziente viene in questo caso posizionato prono. Nella letteratura più recente questa tecnica percutanea viene condotta seguendo il metodo descritto da Forgon con tre modifiche minori⁶. La prima modifica riguarda il posizionamento delle viti di distrazione. Queste vengono posizionate nella tuberosità calcaneare e nella parte di-

stale della tibia invece che nel cuboide e nell'astragalo. La seconda modifica consiste nell'inserimento a livello plantare di una barra transcaneare per sbloccare e spingere verso l'alto i frammenti depressi della superficie articolare della sottoastragale del calcagno. Forgon e colleghi invece, si sono avvalsi di un pin inserito dal versante laterale per manipolare questi frammenti. La terza modifica si realizza con l'inserimento di una vite cannulata da laterale verso il sustentaculum tali per mantenere la riduzione della superficie dell'articolazione sottoastragale e per ridurre il rigonfiamento della parete laterale laddove Forgon e colleghi hanno usato, invece, una morsa di Bohler o a C per ridurre la larghezza del calcagno fratturato.

Si inizia con l'inserimento di una vite di Schanz medialmente nella parte distale della tibia e un'altra nella tuberosità calcaneare. La deformità in varo-valgo può essere corretta solo grazie al corretto posizionamento delle viti di Schanz. Nelle fratture del "tongue-type", la parte posteriore del calcagno viene parzialmente ricostruita mediante l'applicazione di una vite a compressione cranio caudale percutanea. Con apposito strumentario posizionato sulle viti di Schanz si applica, sotto guida fluoroscopica, una distrazione lungo la linea della barra di fissaggio (Fig. 1). La distrazione tra i perni, promuove il ripristino dell'altezza, della larghezza del calcagno e della congruenza dell'articolazione sottoastragale secondo il principio della legamentotassi. Nelle fratture in cui vi è depressione articolare, un punzone transcaneare viene inserito attraverso una piccola incisione da taglio sulla pianta del piede sotto guida fluoroscopica; la barra viene utilizzata per elevare i frammenti di frattura depressi dell'articolazione sottoastragale.



Figura 1. Posizionamento della barra di fissaggio per la distrazione.

Una volta raggiunta una riduzione soddisfacente, in genere vengono posizionate tre o quattro viti cannulate di varie lunghezze per stabilizzare i frammenti ridotti della frattura. Per la maggior parte dei tipi di fratture, la compressione viene applicata con una vite diretta dal lato laterale verso il sustentaculum tali. Una seconda vite viene solitamente collocata nel sustentaculum tali dal lato postero-laterale per stabilizzare il frammento della tuberosità. Una terza vite viene inserita, da posteromediale a anterolaterale, per formare una configurazione ad "X" rispetto alla seconda vite. Tutti i pazienti dopo l'intervento vengono avviati alla mobilizzazione precoce di piede e caviglia. Il carico progressivo è consentito a sei settimane e il carico completo a seguire secondo la tolleranza del paziente.

Riduzione a cielo chiuso e fissazione percutanea con filo di Kirschner e/o con pin

Paziente in decubito laterale. Un pin viene inserito dal versante laterale verso quello postero inferiore della tuberosità calcaneare. Per distrarre la frattura, viene applicata una trazione in linea con il calcagno con l'aiuto di una staffa di Bohler grazie ad assistente che provvede alla contro trazione. Successivamente il calcagno viene compresso sui lati per impattare il muro laterale e ridurre la larghezza del calcagno, così da evitare l'impingement peroneale. Se la frattura presenta una depressione articolare, una piccola incisione viene effettuata sul versante plantare e la faccetta posteriore depressa viene sollevata. Nelle fratture "tongue type" un pin viene inserito dalla porzione posterosuperiore della tuberosità attraverso la linea di frattura primaria. Il piede viene mantenuto in plantarflexione e il pin viene elevato verso la pianta del piede in modo da sollevare il frammento a lingua. Sotto controllo scopico con le proiezioni laterale ed assiale si verifica la riduzione. Gli ultimi 3 pin vengono inseriti dalla parte posteriore della tuberosità in avanti, come delle travi a dare supporto strutturale per prevenire il collasso della superficie articolare. I pin vengono fatti avanzare nel cuboide per aumentare la loro presa. Per le fratture "tongue-type", si aggiunge un filo di K che viene fatto passare dalla parte posteroinferiore della tuberosità attraverso la faccetta articolare posteriore. (Fig. 2)

Il protocollo post operatorio prevede l'elevazione dell'arto in scarico, il movimento attivo delle dita e l'utilizzo di un tutore per almeno 3 settimane. La mobilizzazione senza carico con le stampelle viene consentita a partire dal terzo giorno postoperatorio. Il divieto di carico va rispettato per tre mesi con ripresa del carico progressiva fino a carico completo a 6 mesi dall'intervento.

Fissazione percutanea guidata dall'artroscopia

Paziente in decubito laterale. Si introduce un artroscopio

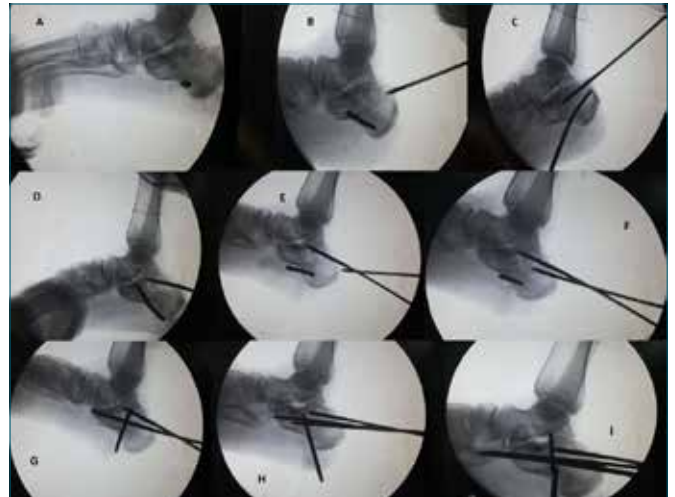


Figura 2. Fasi intraoperatorie. (A) Vista laterale fluoroscopica (B) Inserimento del pin calcaneare per la trazione. (C) Passaggio del filo di Kirschner dal versante postero-superiore del frammento. (D) Trazione longitudinale ed elevazione del frammento con leva. (E, F, G) Inserimento di tre o più pin, come travi, per evitare il crollo ritardato. (H) Sollevamento del frammento con un pin inserito dal basso. (I) I fili vengono fatti avanzare fino a raggiungere il cuboide..

attraverso i portali anterolaterale e mediolaterale della sottoastragalica che offrono un'ottima visualizzazione della faccetta posteriore senza necessità di avvalersi del release dei ligamenti interossei. Sotto controllo diretto artroscopico si procede prima con il debridement dell'ematoma della frattura e successivamente con la rimozione dei frammenti osteocondrali. La manipolazione e l'elevazione del frammento depresso superolaterale viene poi effettuata usando fili di k o un elevatore periostale inserito nel sito di frattura attraverso una piccola incisione laterale sul calcagno. La corretta riduzione o ed eventuali incongruenze devono essere confermate sia alla fluoroscopia che all'artroscopia.

I frammenti superolaterale e substentacolare vengono stabilizzati temporaneamente con fili di k prima dell'inserzione delle due viti cannulate o delle viti lag da laterale a mediale appena sotto l'osso subcondrale. Bisogna prestare attenzione nell'evitare i tendini peronei. La corretta riduzione della tuberosità e la correzione di eventuali deformità in varo-valgo possono essere raggiunte successivamente con la manipolazione di una vite di Schanz inserita per via percutanea.

A questo punto è possibile inserire le 2 viti da spongiosa rispettivamente dalla tuberosità verso l'articolazione calcaneocuboidea e dalla tuberosità fino al punto appena al di sotto della faccetta posteriore. Se necessarie possono essere aggiunte altre viti.

Nel postoperatorio il paziente indossa un tutore per 2 settimane e poi viene avviato alla riabilitazione con deambulazione senza carico fino alle 3-6 settimane post operatorie, successivamente viene concesso il carico progressivo fino alla 7-12 settimana post operatoria dove è possibile il carico completo ⁷.

Tecnica endobutton assistita

Tra le diverse tecniche percutanee si annovera anche la Endobutton ⁸ descritta Kesemenli e colleghi ⁹ per le fratture di calcagno scomposte (Fig. 3). Dove grazie ad un tunnel perpendicolare alla frattura si inserisce un “button” che mantiene la riduzione ottenuta con apposito strumentario attraverso dei fili di sutura che vengono legati sotto pelle.

Complicanze

Le complicanze delle tecniche percutanee del trattamento delle fratture di calcagno sono sovrapponibili alle altre tecniche chirurgiche nel momento in cui non si rispettano i principi chirurgici quali il ripristino di altezza, larghezza, asse del calcagno e la congruenza della sottoastragalica con possibilità di difetti di consolidazione, conflitto peroneo-calcaneare, tenosinoviti, dislocazione del tendine peroneale, rigidità e artrosi post-traumatica ¹⁰. Per quanto riguarda le infezioni, come per la fissazione esterna, tendono ad essere superficiali a livello dei pin e dei fili, facilmente gestibili con terapia antibiotica orale e medicazioni locali ¹¹ con un rischio molto basso di evolvere in infezioni profonde che rappresentano, invece, una seria complicanza nella tecnica O.R.I.F.

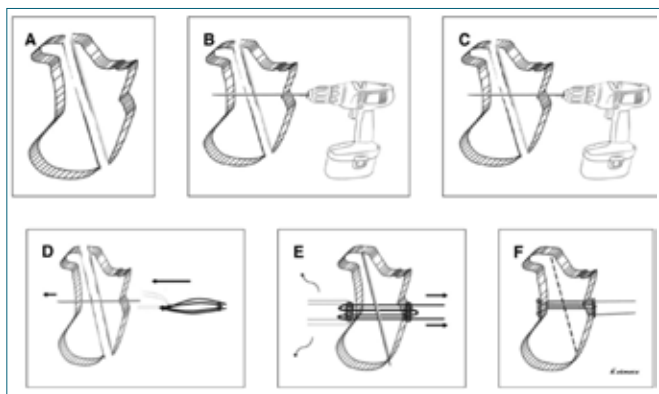


Figura 3. (A) Tecnica “Endobutton”. (B) Trapano da 2,7 mm dal versante laterale a mediale del calcagno (C) Ingrandimento del tunnel con punta da 5 mm. (D) Passaggio perpendicolare dell’endobutton da laterale a mediale con l’aiuto di stringhe. (E) L’endobutton raggiunge la corteccia mediale e si esegue trazione dei fili per la compressione. (F) Nodo sottocutaneo.

Discussione

Con i risultati di una recente review, Sander e colleghi ¹² hanno dimostrato che sia le tecniche mininvasive che le percutanee consentono un eccellente ripristino dell’angolo di Bohler (Fig. 4) e un buon outcome funzionale valutato con l’AOFAS ankle-hindfoot score. In questa review inoltre viene dimostrato come alla fissazione esterna viene attribuito un maggior rischio, rispetto alle altre tecniche percutanee, di infezioni superficiali a livello dei pin. Wallin et al. ¹³ hanno condotto una review sugli outcome clinici per le fratture di calcagno trattate per via percutanea, concludendo che non vi erano sostanziali differenze legate alla differente specifica tecnica percutanea utilizzata. In ogni caso la valutazione artroscopica intraoperatoria della congruenza articolare è correlata ad un migliore outcome in termini di AOFAS ankle-hindfoot score.

Conclusioni

Le tecniche mininvasive e quelle percutanee vengono ad oggi usate con maggiore frequenza in alternativa all’ORIF per le fratture di calcagno ¹⁴. Le tecniche che si avvalgono della riduzione per via percutanea seguita da osteosintesi ¹⁵ con vite e quelle open mininvasive hanno sicuramente un miglior outcome in termini di AOFAS ankle-hindfoot score e permettono un miglior ripristino dell’angolo di Bohler dopo il trattamento, rispetto ad altre tecniche come la fissazione con fili di k. Non vi sono significative differenze per quanto riguarda l’incidenza delle infezioni tra le tecniche percutanee.

Inoltre, in caso di fratture gravemente esposte e pazienti politraumatizzati in cui vi può essere una chiara controin-

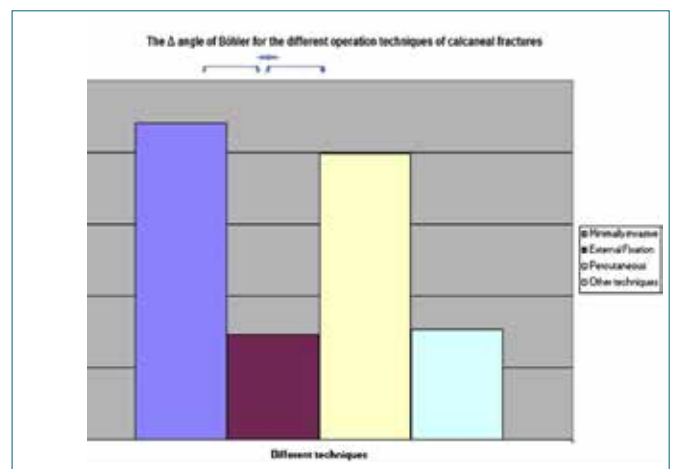


Figura 4. L’angolo di Bohler per differenti tecniche chirurgiche per fratture calcaneali.

dicazione alla tecnica ORIF tradizionale, le tecniche percutanee possono rappresentare l'unica opzione chirurgica a basso rischio.

Bibliografia

- 1 Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, et al. *Fractures of the calcaneus*. Orthop Clin North Am 2000;33:263-85.
- 2 Chirag A, Jain AK, Dhammi IK, et al. *outcome of percutaneous fixation of calcaneal fractures: a prospective analysis in an Indian population*. The Journal of Foot & Ankle Surgery 2018;1-6.
- 3 Sanders R, Fortin P, Di Pasquale T, et al. *Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification*. Clin Orthop Relat Res 1993;(290):87-95.
- 4 Gougoulas N, Khanna A, McBride DJ, et al. *Management of calcaneal fractures: systematic review of randomized trials*. Br Med Bull 2009;92:153-67.
- 5 Gotha HE, Zide JR. *Current controversies in management of calcaneus fractures*. Orthop Clin N Am 2017;48:91-103.
- 6 Tomesen T, Biert J, Frolke JPM. *Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with closed reduction and percutaneous screw fixation*. J Bone Joint Surg Am 2011;18;93:e58.
- 7 Law GW, Meng Yeo NE, Yeo W, et al. *Subtalar arthroscopy and fluoroscopy in percutaneous fixation of intra-articular calcaneal fractures: long term outcomes*. J Surg Orthop 2017;25:1-6.
- 8 *Treatment of calcaneal fractures with closed reduction and the endobutton-assisted technique*. J American Podiatric Medical Association 2015; 105;(1).
- 9 Kesemenli CC, Memisoglu K, Atmaca H. *A minimally invasive technique for the reduction of calcaneal fractures using the Endobutton*. Foot Ankle Surg 2013;52:215.
- 10 Clare MP, Crawford WS. *Managing complications of calcaneus fractures*. Foot Ankle Clin 2017;22:105-16.
- 11 Corina G, Mori C, Vicenti G, et al. *Heel Displaced intra-articular fractures treated with mini calcaneal external fixator*. Injuri 2014;45(Suppl 6):S64-71.
- 12 Hoeve SV, Poeze M. *Outcome of minimally invasive open and percutaneous techniques for repair of calcaneal fractures: a systematic review*. Foot Ankle Surg 2016;1-8.
- 13 Wallin KJ, Cozetto D, Russell L, et al. *Evidence-based rationale for percutaneous fixation technique of displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review of clinical outcomes*. Foot Ankle Surg 2014;53:740-3.
- 14 Sharr PJ, Mangupli MM, Winson IG, et al. *Current management options for displaced intra-articular calcaneal fractures: non-operative, ORIF, minimally invasive reduction and fixation or primary ORIF and subtalar arthrodesis*. Foot Ankle Sur 2016;22:1-8.
- 15 Tantavisut S, Phisitkul P, Westerlind BO, et al. *percutaneous reduction and screw fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneus*. Foot Ankle Int 2017;38:367-74.

G. Caruso

SOSD Chirurgia Mano AUSL Toscana
Centro
Ospedale Palagi Firenze

Fratture del radio distale: il trattamento in apparecchio gessato

Distal radius fractures: conservative treatment with cast

Riassunto

Le fratture del radio distale sono le più comuni fratture dell'arto superiore, costituiscono circa il 20% di tutte le fratture viste in un dipartimento di emergenza-urgenza e rappresentano le fratture più frequentemente trattate dai medici¹⁻³. Possiamo osservare queste fratture in tutte le età con una distribuzione tipicamente bimodale con due picchi di età: il primo tra i 6 e i 10 anni, il secondo tra i 60 e 69 anni^{4,5}. Le fratture di radio distale sono più frequentemente il risultato di traumi ad alta energia nella popolazione giovane¹, mentre nei pazienti anziani con osteoporosi, cadute anche banali con mano iperestesa possono causare una frattura instabile di radio distale⁶. Il trattamento conservativo, 5000 anni dopo la prima descrizione riguardante il trattamento di queste fratture (papiro di Edwin Smith, Egitto antico), è ancora il più utilizzato⁷. Questo trattamento si può applicare alle fratture composte, a quelle stabili e riducibili ma anche alle fratture instabili in pazienti con basse richieste funzionali. Molte domande sul trattamento più appropriato per le fratture di radio distale rimangono ancora senza risposte certe; ulteriori considerazioni potranno essere fatte con studi di Medicina basata sull'evidenza o con studi multicentrici randomizzati.

Parole chiave: fratture radio distale, trattamento conservativo, instabilità

Summary

The fractures of the distal radius are the most common fractures of the upper extremity, are about 20% of all fractures seen in emergency room and the most common seen by physicians¹⁻³. We can observe these fractures in all ages and with a bimodal distribution, with peak ages of 6 to 10 and 60 to 69 years^{4,5}. The fractures of the distal radius most often are the result of high-energy trauma in the younger population¹, while in the older patients with osteoporosis, a simple fall with outstretched hand can cause unstable distal radius fractures⁶. Non operative treatment, 5000 years after the oldest description regarding the management of distal radius fractures from the Edwin Smith Papyrus in ancient Egypt, is actually still the most used⁷. This treatment is applied to undisplaced fractures and to stable and reducible fractures but can be also applied to unstable fractures in low demand patients. Many questions remain unanswered about the correct treatment of distal radius fractures and thus necessitate further considerations probably with evidence-based medicine standards, high-powered, randomized multicenter trials⁸.

Key words: distal radius fractures, conservative treatment, instability

Le fratture del radio distale sono le fratture più diffuse dell'arto superiore e costituiscono circa il 20% di tutte le fratture viste e trattate in un dipartimento di emergenza-urgenza traumatologica. Esse costituiscono un problema di sanità pubblica anche perché la loro crescente diffusione ha un impatto sempre più rilevante nei sistemi sanitari. Sono le fratture trattate con maggiore frequenza dai medici¹, Solo negli U.S.A. hanno un'incidenza superiore ai 640.000 casi all'anno². Possiamo osservare fratture di radio distale in tutte le età con una distribuzione caratterizzata da due picchi (andamento bimodale): il primo tra i 6 e i 10 anni, il secondo tra i 60 e i 69 anni³⁻⁵. Nei pazienti giovani e adulti, sono il risultato, in genere, di traumi ad alta energia mentre nella popolazione anziana, possono essere determinate anche da traumi a bassa energia¹. Il primo picco di età (6-10 anni), descritto precedentemente è tipicamente appannaggio di traumi ad alta energia mentre il secondo picco

Indirizzo per la corrispondenza:

Giancarlo Caruso

SOSD Chirurgia della Mano AUSL
Toscana Centro - Firenze

giancarlo.caruso@uslcentro.toscana.it

di età (60-69 anni), a causa dell'osteoporosi⁶, si può associare anche a fratture a bassa energia; tale secondo picco, inoltre, è destinato a espandersi per il continuo aumento della popolazione anziana e per le aumentate richieste funzionali di questa categoria di popolazione^{7,8}. Le prime informazioni sul trattamento delle fratture di radio distale risalgono a circa 5000 anni fa (*the Edwin Smith surgical papyrus*) e sono state riprese da Ippocrate fino a giungere al famoso lavoro di A. Colles "On the fracture of the carpal extremity of the radius," pubblicato nel 1814⁸. Dopo oltre 5000 anni, pur in presenza di un discreto aumento delle opzioni chirurgiche, il trattamento delle fratture di radio distale è ancora conservativo nella grande maggioranza dei casi⁷. Il processo decisionale che ci porta a stabilire se il trattamento incruento può essere una valida opzione per una frattura di radio distale dovrebbe tener conto di alcuni fattori tra cui la complessità dell'articolazione, la cosiddetta personalità della frattura e un corretto inquadramento diagnostico. L'articolazione del polso, infatti, non prevede solo il radio distale con le sue parti articolari (fossetta articolare per lo scafoide, fossetta articolare per il semilunare, incisura sigmoidea con cui si articola con l'ulna) ma anche il complesso della fibrocartilagine triangolare (TFCC) che va dal margine ulnare del radio alla base del processo stiloideo dell'ulna. La frattura del processo stiloideo dell'ulna si associa spesso alla frattura del radio distale e, negli ultimi anni, c'è sempre maggiore considerazione del complesso radioulnare distale nel suo insieme. La personalità della frattura comprende tutti quei fattori che ci fanno affrontare un trauma e che sono imprescindibili per ottenere un corretto inquadramento e un appropriato trattamento: storia clinica ed esame obiettivo, età non in senso assoluto ma associata alle richieste funzionali dell'individuo, identificazione della mano dominante, presenza di eventuali comorbidità o traumi associati, eventuale esposizione. Per il corretto inquadramento diagnostico è fondamentale eseguire delle radiografie in proiezioni corrette. In molti casi per una migliore definizione delle immagini, è indicato ricorrere alla TC. Katz⁹ ha dimostrato una variazione di indicazione da un trattamento conservativo a un trattamento chirurgico dopo l'esecuzione di una TC in una percentuale di casi variabile dal 62 al 92%, mentre non è altrettanto vero l'inverso: non c'è stato un ritorno al trattamento conservativo in quei pazienti che avevano eseguito una radiografia e una TC dopo che era stata data una indicazione chirurgica in una massima percentuale del 17% dei casi. Anche la RMN è utilizzata per una migliore definizione delle lesioni, e ha la sua indicazione specifica per lo studio delle parti molli. Gli obiettivi del trattamento di una frattura di polso possono essere considerati i seguenti: garantire l'integrità della mano e del polso ristabilendo i normali rapporti anatomici, favorire la guarigione ossea, evitare le complicazioni e ini-

ziare una rieducazione funzionale non troppo tardiva. Può il trattamento conservativo rispondere a queste esigenze? Probabilmente sì nelle fratture composte e nelle fratture riducibili (che costituiscono i 2/3 delle fratture scomposte) e nelle fratture stabili¹⁰. Molti autori nel corso degli anni hanno provato a definire la stabilità nelle fratture di radio distale e tra i vari criteri, quello che ha mostrato una sua validità anche nella pratica clinica, è stato quello introdotto da la Fontaine nel 1989¹¹ secondo il quale possiamo sicuramente definire instabile una frattura in cui siano presenti almeno 3 dei seguenti 5 criteri:

- età > 60 anni;
- deformità iniziale (tilt dorsale > 20°- accorciamento radiale > 5 mm);
- comminuzione dorsale;
- frattura associata di ulna;
- frattura articolare scomposta.

Prima di intraprendere un trattamento conservativo dobbiamo poi valutare quale anestesia usare, quale tipo di immobilizzazione applicare e per quanto tempo, come prevenire la perdita di riduzione.

L'anestesia o qualsiasi altra tecnica di sedazione andrebbero sempre usate. Non c'è una reale dimostrazione sulla prevalenza di un'anestesia rispetto a un'altra ma ogni tecnica, volta a lenire le sofferenze del paziente (anestesia locale con infiltrazione nel focolaio di frattura, periferica o sedazione) è un punto di partenza imprescindibile per ottenere una buona riduzione ed evitare eventuali complicazioni¹². Nella pratica clinica anglosassone è diffusa la riduzione progressiva con l'arto in trazione longitudinale sfruttando il meccanismo della forza di gravità mentre nelle nostre strutture è più frequente ottenere una riduzione con manipolazioni "d'emblée". In ogni caso le manovre di riduzione devono essere delicate, gentili e senza mantenere l'arto in posizioni forzate ma facendo in modo che il gesso sia confortevole (Fig. 1).

Riguardo alla **tipologia di apparecchio gessato**, molto si è scritto in letteratura contemplando apparecchi gessati brachiometacarpali in supinazione o in pronazione oppure apparecchi gessati antebrachiometacarpali¹³. D'Arienzo suggerisce il confezionamento di apparecchi gessati antebrachiometacarpali nelle fratture composte e stabili e brachiometacarpali in quelle riducibili e stabili¹⁴. Tuttavia studi recenti mostrano che la rimozione del gesso nel periodo immediatamente seguente la riduzione non determina una immediata scomposizione della frattura³; altre pubblicazioni mostrano che la posizione in supinazione o in pronazione dell'avambraccio nell'apparecchio gessato brachiometacarpale influisce poco sul mantenimento della riduzione e che addirittura l'apparecchio gessato antebrachiometacarpale controlla meglio il tilt radiale nelle fratture di radio distale¹⁵⁻¹⁷.



Figura 1. (A, B, C) Femmina di anni 54 affetta da frattura radio distale con apparecchio gessato brachiometacarpale mobilizzato. (D, E, F, G, H) Femmina di anni 74, affetta da frattura instabile radio distale, mano non dominante. Gesso brachiometacarpale in estensione non tollerato con sintomatologia sul nervo mediano. Sottoposta successivamente a trattamento chirurgico di osteosintesi con decompressione del nervo mediano.

Nelle fratture di radio distale l'Instabilità e l'entità della scomposizione iniziale sembrano quindi essere i fattori più determinanti per **prevenire la perdita di riduzione** in apparecchio gessato molto più della tecnica e della tipologia di quest'ultimo⁸. L'immobilizzazione consigliata è di 4-6 settimane, valutando precocemente il circolo periferico (24-48 ore). Uno o due controlli ambulatoriali clinici e radiografici possono essere suggeriti a distanza di tempo (7-15 gg); quest'ultimo dato è molto variabile e non si presenta omogeneo nella letteratura corrente¹³.

Trattamento nell'anziano. L'invecchiamento si associa a una progressiva diminuzione della densità dell'osso trabecolare e della durezza dell'osso corticale determinando una diminuzione della resistenza meccanica ossea. Nei pazienti anziani con basse richieste funzionali i risultati clinici sono spesso buoni nonostante dei risultati radiografici scadenti. Tali soggetti diventano inoltre meno agili e sono più a rischio di ulteriori cadute con altre fratture. Per que-

sti motivi nell'anziano è ancora più importante cercare di mantenere la mobilità dell'avambraccio, salvaguardando il cosiddetto "Forearm axis" (gomito-avambraccio e polso) determinante per il posizionamento della mano nello spazio e questo può essere fatto solo con un apparecchio gessato (o tutore) antebrachiometacarpale¹⁸.

Complicazioni del trattamento conservativo

Le complicazioni di queste fratture possono essere classificate in base alla loro insorgenza in precoci e tardive, in base alla gravità in maggiori e minori e, infine, in base alla causa, in correlate alla tipologia del trauma e correlate al trattamento. Non è sempre facile, in particolare per le cause delle complicazioni precoci, identificare se esse sono correlabili alla tipologia del trauma, al trattamento o a entrambe le cause.

Complicazioni precoci

Lesioni cutanee

Il rispetto delle parti molli non sempre è tenuto nella giusta considerazione. Un'anamnesi accurata serve a escludere la presenza di connettiviti o altre malattie reumatiche e rientra nell'approccio alla personalità della frattura precedentemente esposto. Inoltre bisogna evitare trazioni eccessive (specie nei pazienti anziani) costrizioni o posizioni forzate.

Compressioni nervose

Il nervo mediano è il più frequentemente compresso mentre più rare sono le compressioni del nervo ulnare e del ramo superficiale del nervo radiale. L'aumento della pressione sul mediano può essere determinato da un ematoma o da edema e può essere ridotto con un riallineamento precoce. Un'altra causa di sofferenza del mediano può essere il confezionamento di apparecchi gessati non confortevoli. La sindrome compressiva può insorgere in maniera acuta (dal 5,4 all'8,6% dei casi), può essere transitoria (4% delle fratture di radio distale) oppure si può cronicizzare (0,5-22%)¹⁹. Nei pazienti anziani la compressione nervosa sembra essere minore e meglio tollerata.

Sindrome compartimentale. È un evento raro, specie in assenza di fattori predisponenti: la fasciotomia in urgenza è la terapia di scelta.

CRPS (Complex Regional Pain Syndrome). La CRPS o Algodistrofia complica frequentemente le fratture di radio distale. La comparsa di edema delle dita e alterazioni circolatorie con un apparecchio gessato mal tollerato, associate a un dolore non giustificato vanno considerati come potenziali segnali di allarme per il rischio di insorgenza di un'algodistrofia. La radiografia con il quadro tipico dell'osteoporosi maculata e la risonanza magnetica nelle fasi precoci possono essere di aiuto per la diagnosi.

Lesioni tendinee. Sono rare, interessano il più delle volte L'Estensore Lungo del Pollice (ELP) per la sua conformazione e per il suo decorso ma anche per le irregolarità della superficie dorsale del radio fratturato.

Perdita di riduzione

La perdita di riduzione dopo il trattamento conservativo è legata più a una instabilità intrinseca della frattura che a un cattivo confezionamento dell'apparecchio gessato^{3 16 17}. È più frequente nell'anziano con osteoporosi che nel giovane adulto. Arora²⁰, in pazienti ultrasettantenni sottoposti a trattamento conservativo, ha mostrato al follow-up risultati radiologici scadenti nel 44% e deformità clinica nel 77% dei casi: ciononostante i deficit funzionali erano molto contenuti.

Complicazioni tardive

Viziosa consolidazione (malunion)

Si verifica nelle fratture di polso quando l'osso guarisce con un'alterazione della lunghezza e della inclinazione del radio o dell'ulna, un'alterazione della congruità articolare o di entrambi questi fattori¹⁹. Sono considerati non accettabili valori di inclinazione radiale minore di 5°, un tilt radiale dorsale minore di 3°, un tilt volare maggiore di 20°, una diminuzione > 5 mm della lunghezza del radio. L'alterazione di questi parametri può influenzare la RUD (Radio Ulnare Distale) e può determinare sindromi dolorose come quelle da impatto ulnare e alterazioni rotazionali. La valutazione comunque va fatta sempre valutando i sintomi, l'evoluitività delle lesioni e, negli anziani, le richieste funzionali.

Ritardo di consolidazione e pseudoartrosi

Sono eventi rari e spesso associati a comorbidità. Le pseudoartrosi di radio distale sono quasi sempre sintomatiche e necessitano di trattamento chirurgico. Molto più frequenti le pseudoartrosi del processo stiloideo dell'ulna, il più delle volte asintomatiche: andrebbero trattate chirurgicamente solo in quei casi in cui sono associate a dolore o a instabilità della RUD.

Artrosi post-traumatica

L'artrosi post-traumatica è una complicazione molto frequente e può arrivare nei soggetti giovani e adulti fino al 30% e, negli anziani, fino addirittura al 40%. Per fortuna, e specialmente per quest'ultima categoria di persone, l'artrosi è sintomatica solo in una parte limitata di casi, in particolare quando associata a malunion^{7 8 19}.

Conclusioni

Il trattamento conservativo continua a essere il più utilizzato per le fratture di radio distale. Le fratture stabili e riducibili ma anche quelle instabili in pazienti con basse richieste funzionali possono dare dei buoni risultati a distanza con il trattamento conservativo. Affrontare la frattura nel suo insieme (personalità della frattura) ci aiuta a eseguire un trattamento più appropriato e a prevenire le complicanze. Per questo l'apparecchio gessato deve essere ben tollerato e deve permettere al paziente non solo di proseguire una vita di relazione adeguata ma non deve facilitare, come nel caso degli anziani, altre cadute e altre fratture. L'uso dell'apparecchio gessato brachiometacarpale con posizioni forzate prolungate nel tempo non sembra necessario nella maggior parte dei casi^{3 8 16-19}; l'effettuazione di altri RMT (*Randomized Multicenter Trials*) è auspicabile per avere ulteriori informazioni.

Bibliografia

- ¹ Diaz-Garcia RJ, Oda T, Shauver MJ, et al. *A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly.* J Hand Surg Am 2011;36:824-35.e2.
- ² Peltier LF. *Fractures of the distal end of the radius. An historical account.* Clin Orthop Relat Res 1984;18-22.
- ³ Foster BD, Sivasundaram L, Heckmann N, et al. *Distal radius fractures do not displace following splint or cast removal in the acute, postreduction period: a prospective, observational study.* J Wrist Surg 2017;6:54-9.
- ⁴ Alffram PA, Bauer GCH. *Epidemiology of fractures of the forearm. A biomechanical investigation of bone strength.* J Bone Joint Surg Am 1962;44A:105-14.
- ⁵ Lucht U. *A prospective study of accidental falls and resulting injuries in the home among elderly people.* Acta Orthop Scand 1971;2:105-20.
- ⁶ Ring D, Jupiter JB. *Treatment of osteoporotic distal radius fractures.* Osteoporosis Int 2005;16:S80-4.
- ⁷ Diaz-Garcia RJ, Chung KC. *The evolution of distal radius fracture management: a historical treatise.* Hand Clin 28 2012;105-11.
- ⁸ Diaz-Garcia RJ, Chung KC. *Common myths and evidence in the management of distal radius fractures.* Hand Clin 2012;28:127-33.
- ⁹ Katz MA Beredjikian PK, Steinberg DR. *Computed tomography scanning of intra-articular distal radius fractures: does it influence treatment?* J Hand Surg Am 2001;26:415-21.
- ¹⁰ Brogren E, Petranek M, Atroshi I. *Incidence and characteristics of distal radius fractures in a southern Swedish region.* BMC Musculoskelet Disord 2007;8:48.
- ¹¹ LaFontaine M, Hardy D, Delince P. *Stability assessment of distal radius fractures.* Injury 1989;20:208-10.
- ¹² Case RD. *Haematoma block: a safe method of reducing Colles fractures.* Injury 1985;16:469-70.
- ¹³ Gellmann H. *AAOS monography fractures of distal radius.* 2002 pp. 1-40.
- ¹⁴ D'Arienzo M. *Trattamento incruento.* In: *Le fratture di polso.* Torino: CG Edizioni Medico Scientifiche 2011 pp. 43-45.
- ¹⁵ Park MJ, Kim JP, Lee HI, et al. *Is a short arm cast appropriate for stable distal radius fractures in patients older than 55 years? A randomized prospective multicentre study.* J Hand Surg Eur 2017;42:487-92.
- ¹⁶ Gamba C, Fernandez FAM, Llavall MC, et al. *Which immobilization is better for distal radius fracture? A prospective randomized trial.* Int Orthop 2017;41:1723-7.
- ¹⁷ Maluta T, Dib G, Cengarle M, et al. *Below- vs above-elbow cast for distal radius fractures: is elbow immobilization really effective for reduction maintenance.* Int Orthop. 2018 Oct 15. doi: 10.1007/s00264-018-4197-z.
- ¹⁸ Caruso G. *Le fratture dell'anziano.* In: *Le fratture di polso.* Torino: CG Edizioni Medico Scientifiche 2011 pp. 146-152.
- ¹⁹ Caruso G, Martini L, Vitali A. *Complicanze delle fratture di polso.* In: *La mano geriatrica.* Bologna: Timeo Editore.
- ²⁰ Arora R, Gabl M, Gschwentner M, et al. *A comparative study of clinical and radiologic outcomes of unstable Colles type distal radius fractures in patients older than 70 years: non-operative treatment versus volar locking plating.* J Orthop Trauma 2009;23:237-42.

F. Lavini
M. Gelmini
B. Magnan

Department of Orthopedics and
Traumatology, AOUI of Verona, Italy

Fratture del radio distale: il trattamento con FE

External fixation for the treatment of the distal radius fractures

Riassunto

I primi approcci alla fissazione esterna nel trattamento delle fratture del radio distale risalgono a circa 90 anni fa. In letteratura si trovano 2.469 lavori con dei picchi di incremento nei primi anni '90 e dal 2008 in poi. La fissazione esterna di polso può essere: a ponte, monosegmentaria, ancillare, statica o dinamica. La letteratura pone a confronto i risultati della fissazione esterna rispetto alla placca volare. Dalla maggior parte dei lavori si evince come, per la seconda, i risultati sia funzionali che radiologici risultino migliori, soprattutto nelle fratture articolari tipo C2 secondo AO. L'attualità della fissazione esterna di polso risiede proprio nel rispetto delle indicazioni che l'esperienza ed i risultati hanno permesso di puntualizzare. Queste sono: fratture instabili o esposte, fratture in pazienti politraumatizzati, perdita di riduzione durante il trattamento conservativo e fratture bilaterali di polso.

Parole chiave: FE di polso, fratture del radio distale, indicazioni alla FE di polso

Summary

The first approaches to external fixation in the treatment of distal radius fractures date back to about 90 years ago. In literature there are 2469 jobs with peaks of increase in the early 90s and from 2008 onwards. The external fixation of the wrist can be: bridging, non-bridging, augmented, static or dynamic. The literature compares the results of external fixation with volar locking plate. From most of the works, for the second one, both functional and radiological results are better, especially in articular type C2 fractures according to AO. The actuality of the external fixation of the wrist lies in the respect of the indications that the experience and the results have allowed to point out. These are open fractures, fractures with skin lesions and/or burns, bilateral wrist fractures, unstable fractures, polytraumatized patient fractures.

Key words: EF of the wrist, distal radius fractures, indications to the EF of the wrist

Introduzione

Quando si parla di fratture del radio distale si intendono quelle fratture che si localizzano entro gli ultimi 3 cm della porzione distale del radio¹. Esse presentano una distribuzione bimodale, interessando giovani adulti o anziani osteopenici. Le prime sono il risultato di traumi ad alta energia e presentano frequentemente comminazione articolare mentre, le seconde, si verificano per traumi a bassa energia lasciando intatta, nella maggior parte dei casi, la superficie articolare ed andando ad interessare la metafisi². L'incidenza di queste fratture è molto alta, si stima che approssimativamente 1 donna su 5 presenterà, nella sua vita, una frattura di radio distale. Il radio distale presenta due superfici articolari, l'articolazione radio-carpica con le faccette per lo scafoide ed il semilunare, e l'articolazione radio-ulnare distale (RUD). Entrambe queste superfici articolari devono essere riallineate correttamente per un buon risultato funzionale.

Diagnosi e classificazione delle fratture del radio distale

Le fratture del radio distale si presentano clinicamente con dolore e tumefazione del polso in sede di frattura, si associano ad impotenza funzionale e, molto spesso, ad evidenti deformità.

Indirizzo per la corrispondenza:

Margherita Gelmini

Department of Orthopaedics and
Traumatology, AOUI of Verona, piazzale
Aristide Stefani 1, 37126 Verona, Italy
margheritagelmini4@gmail.com

Radiogrammi standard in proiezione antero-posteriore (AP) e latero-laterale (LL) sono sufficienti per la conferma diagnostica e per definire le caratteristiche della frattura. Scansioni TC possono, in casi dubbi, chiarire l'entità del coinvolgimento articolare ed inoltre aiutano il planning chirurgico. La risonanza magnetica risulta indicata nei casi in cui si sospetti una lesione dei tessuti molli quali la fibrocartilagine triangolare (TFCC), lesioni del legamento scafo-lunato o lesioni del legamento luno-triquetrale.

Negli anni sono state proposte diverse classificazioni delle fratture del radio distale. Tra queste ricordiamo la classificazione di Fernandez, basata sul meccanismo del trauma; la classificazione di Frykman, basata sul tipo di coinvolgimento articolare; la classificazione di Melone, che divide le fratture intra-articolari in 4 tipi a seconda del grado di scomposizione e la classificazione per eponimi (Colles, Barton, Chauffer, Smith e Die-punch)³. La classificazione che utilizzeremo nel presente testo sarà quella secondo AO che divide le fratture del radio distale (segmento identificato con il numero 23) in: fratture extra-articolari (23-A), fratture che interessano solo parzialmente l'articolazione (23-B) e fratture articolari (23-C).

Trattamento

Il trattamento delle fratture del radio distale comprende un ampio spettro di possibilità che include sia trattamenti conservativi che chirurgici. Le principali opzioni sono: riduzione chiusa ed immobilizzazione in apparecchio gessato (AG); riduzione chiusa, stabilizzazione con fili di K ed immobilizzazione in AG; riduzione cruenta con fissazione interna, infine riduzione, cruenta o incruenta, con fissazione esterna.

Gli obiettivi del trattamento delle fratture del radio distale comprendono il ripristino della lunghezza, del normale tilt volare, dell'inclinazione radiale, la riduzione del disallineamento intra-articolare ed il mantenimento della stabilità dell'articolazione radio-ulnare distale.

Per una frattura extra-articolare non scomposta, l'immobilizzazione in apparecchio gessato risulta essere il trattamento di scelta, con la prerogativa che si ottenga una corretta riduzione della frattura^{4,5} (Tab. I).

Se la riduzione chiusa non incontra i criteri di accettabilità e permangono evidenti i criteri di instabilità della frattura, si rende necessario un trattamento chirurgico dal quale sono esclusi pazienti che non possono tollerare anestesie generali o loco-regionali, pazienti anziani con basse richieste funzionali e pazienti con un bone stock povero che non tollererebbe l'infissione di viti per la fissazione.

Oltre al fallimento della riduzione chiusa, beneficiano di trattamento chirurgico fratture che sono considerate intrinsecamente instabili per le loro caratteristiche alla presentazione^{6,7} (Tab. II). Le fratture che presentano queste caratteristiche tendono, spesso, a perdere di riduzione nel corso del trattamento conservativo.

Altre indicazioni al trattamento chirurgico includono pazienti con fratture degli arti inferiori che necessitano degli arti superiori per poter concedere il carico, fratture associate dell'arto ipsilaterale nelle quali è necessaria una fissazione stabile del radio per la riabilitazione e fratture esposte.

Fissazione esterna di polso

La fissazione esterna delle fratture di radio distale fu introdotta da Ombredanne⁸, negli anni trenta, per il trattamento delle fratture degli adolescenti. L'evoluzione del dispositivo di Ombredanne si ebbe prima con Hoffmann, che introdusse il fissatore esterno di polso con configurazione a ponte sull'articolazione, poi con Clyburn⁹ che ideò, a fine anni ottanta, il primo fissatore dinamico di polso.

Le attuali indicazioni alla fissazione esterna di polso sono: fratture instabili o esposte, fratture in pazienti politraumatizzati, perdita di riduzione durante il trattamento conservativo e fratture bilaterali di polso.

I fissatori esterni (FE) di polso possono essere classificati in base alla loro conformazione oppure in base al grado di movimento che consentono all'articolazione. In relazione della conformazione del costrutto si riconoscono fissatori esterni a ponte e fissatori esterni non a ponte. Per quanto concerne il grado di movimento concesso all'articolazione, esistono fissatori di polso statici, i quali mantengono l'articolazione fissa nella posizione decisa al momento della riduzione, e fissatori dinamici, con i quali è possibile mobilizzare l'articolazione.

Tabella I. Criteri per definire un'adeguata riduzione.

Parametri radiografici	Valore ritenuto accettabile per un buon outcome funzionale
Lunghezza radiale	< 5 mm di accorciamento rispetto al controlaterale
Inclinazione radiale	Variazione < 5°
Disallineamento intra-articolare	< 2 mm
Tilt volare	Angolazione dorsale < 5°

Tabella II. Criteri di instabilità di una frattura di radio distale alla presentazione.

Parametri radiografici	Valore
Comminuzione	> 50%
Angolazione	> 20° di angolazione dorsale
Accorciamento del radio	> 10 mm rispetto al controlaterale
Pattern di frattura	Frattura tipo Barton
Scomposizione	Perdita di opposizione dei monconi di frattura > 100%

Fissatori esterni monosegmentari

La fissazione esterna con FE in conformazione non a ponte è una tecnica utilizzata per trattare fratture extra-articolari instabili del radio distale quali le A2 e A3 secondo AO. Perché sia possibile l'utilizzo di questo tipo di FE è necessario che il frammento distale sia di dimensioni adeguate per permettere l'infissione delle viti. A questo scopo sia la corticale volare che quella dorsale, del frammento distale, devono essere intatte per 10 mm nella proiezione LL all'RX.

Fissatori esterni a ponte

Per il trattamento di fratture articolari di tipo C secondo AO vengono utilizzati FE a ponte dell'articolazione del polso. Le viti distali vengono infisse nel secondo osso metacarpale mentre quelle radiali vengono posizionate ad almeno 3-4 cm dalla rima di frattura. Una volta posizionate le viti si procede alla riduzione della frattura ed al bloccaggio del FE: polso in flessione palmare < 10° e deviazione ulnare < 20°, al fine di evitare rispettivamente la compressione del nervo mediano ed un sovraccarico della TFCC. Al termine della procedura la flessione passiva, completa delle dita dovrebbe essere facilmente ottenibile, in caso contrario è indice di eccessiva distrazione. Talvolta la fissazione esterna è posta a ponte qualora la stabilità ottenuta con placche non sia ottimale e/o vi sia un'instabilità della RUD.

Fissazione esterna ancillare

Con il termine ancillare si intende una fissazione addizionale che incrementa la stabilità di altri mezzi di sintesi. Questa generalmente viene ottenuta tramite l'utilizzo di fili di K. Una fissazione aggiuntiva è giustificata quando è presente una comminuzione di due o più corticali, particolarmente se questa interessa la corticale volare, nelle proiezioni AP o LL. Inoltre, la FE ancillare risulta utile, anche, per cercare di diminuire un'incongruenza articolare, utilizzando il filo di K come joystick per ottenere la riduzione.

Tecniche a confronto**Fissazione esterna di polso statica vs fissazione dinamica**

La FE dinamica consentire la mobilitazione dell'artico-

lazione del polso mantenendo la riduzione e la fissazione ottenute. Un dei più noti dispositivi di fissazione esterna dinamica è il fissatore di Pennig, sistema che permette la flessione del polso grazie ad un'articolazione a cerniera il cui centro di rotazione si trova a livello dell'articolazione capito-lunata. Una review sistematica del 2010, nella quale sono stati analizzati i risultati di 54 studi comparativi tra la fissazione esterna statica e quella dinamica, conclude che in entrambe le forme di fissazione si sono ottenuti buoni risultati per i pazienti con fratture instabili del radio distale. Da questa analisi la fissazione monosegmentaria è risultata essere superiore rispetto alla FE a ponte in configurazione statica nei pazienti di tutte le età, senza differenze significative nei pazienti anziani¹⁰. Uno studio più recente, condotto su 60 pazienti di diverse età, dimostra come a 3 mesi dall'intervento i risultati della fissazione dinamica siano risultati migliori rispetto alla statica, differenza che non si è più dimostrata statisticamente significativa al follow-up a 2 anni¹¹.

Fissazione esterna di polso vs fissazione interna con placca volare (VLP)

In letteratura sono presenti oltre 400 lavori che pongono a confronto la fissazione esterna con la fissazione interna tramite placca volare (VLP) per il trattamento delle fratture del radio distale di tipo C secondo la classificazione AO.

In uno studio del 2014 si è dimostrata la superiorità della fissazione esterna, ad 1 anno dall'intervento, per quanto concerneva: motilità, forza di presa e risultati finali; non si sono evidenziate differenze statisticamente significative nel dolore e nel livello di attività¹². Un lavoro del 2015, condotto su 111 pazienti, con un follow-up a 5 anni ha dimostrato come i risultati siano stati soddisfacenti per entrambe le categorie a 5 anni. La VLP ha mostrato, specialmente nelle C2, risultati statisticamente migliori rispetto alla fissazione esterna. Tuttavia, il 21% delle VLP è stata rimossa per intolleranza¹³. Uno studio del 2019 ha evidenziato come la fissazione con la placca volare abbia permesso un recupero più rapido rispetto al FE ma, al fol-

low up a 2 anni, non si sono dimostrati vantaggi funzionali della placca su quest'ultimo¹⁴. Infine, una meta-analisi del 2019 nella quale sono stati considerati un totale di 1590 pazienti, ha evidenziato come la VLP fornisca risultati migliori a livello di DASH score, risultati radiografici, ROM ed incidenza globale di infezioni rispetto alla fissazione esterna¹⁵.

Conclusioni

Le fratture del radio distale sono una sfida che l'ortopedico si trova ad affrontare tutti i giorni sin dall'inizio della scuola di specializzazione. Le modalità di trattamento, in base al tipo di frattura ed al singolo paziente, spaziano dal trattamento conservativo, di immobilizzazione in apparecchio gessato, al trattamento chirurgico con tecniche di fissazione interna o esterna.

La storia della fissazione esterna delle fratture del radio distale inizia circa 90 anni fa con il dispositivo di Ombredanne e si è evoluta sino ai moderni montaggi che si possono presentare in conformazione a ponte o monosegmentaria con opzioni di fissazione statica o dinamica.

La letteratura pone a confronto i risultati della fissazione esterna statica rispetto a quella dinamica. Non si è dimostrata una superiorità del bloccaggio statico in conformazione a ponte rispetto a quella monosegmentaria mentre, recenti studi, hanno dimostrato risultati migliori della fissazione esterna dinamica rispetto alla statica al follow-up a 3 mesi, differenze che, però, non si sono mantenute statisticamente significative al follow up a 2 anni.

Sempre dall'analisi della letteratura si evince una superiorità nei risultati (funzionali e radiografici) della placca volare rispetto alla fissazione esterna nelle fratture di tipo C2 secondo AO. Mentre esistono rapporti che dimostrano, nelle corrette indicazioni, risultati sovrapponibili tra FE e VLP. Dall'analisi della letteratura e dall'esperienza personale maturata negli ultimi 30 anni si può affermare che la FE riveste ancora un ruolo nell'armamentario del chirurgo ortopedico quando essa viene applicata correttamente, in relazione alla tipologia del paziente, nelle seguenti indicazioni: fratture esposte, fratture con lesioni cutanee e/o ustioni, fratture bilaterali di polso, fratture instabili, fratture in paziente politraumatizzato.

Bibliografia

- ¹ Colles A. *On the fracture of the carpal extremity of the radius.* Journal of Medical Surgery 1814;10:182.
- ² Alffram PA. *Epidemiology of fractures of the forearm.* J Bone Joint Surg 1962;44:105-14.
- ³ Altissimi M. *Classificazione delle fratture del radio distale.* Lo Scalpello 2008;22:87.
- ⁴ Gartland JJ, Werley CW. *Evaluation of healed Colles' fractures.* J Bone Joint Surg 1951;33:895-907.
- ⁵ Knirk JL, Jupiter JB. *Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults.* J Bone Joint Surg 1986;68:647-59.
- ⁶ Jeong G, Kaplan T, Lioporace F, et al. *An evaluation of two scoring systems to predict instability in fractures of the distal radius.* J Trauma 2003;57:1043-7.
- ⁷ Leone J, Bhandari M, Adili A, et al. *Predictors of early and late instability following conservative treatment of extra-articular distal radius fractures.* Arch Orthop Trauma Surg 2004;124:38-42.
- ⁸ Ombredanne. *L'Ostéosynthese temporaire chez les enfants.* Presse Médicale 1929, p. 52.
- ⁹ Clyburn TA. *Dynamic external fixation for comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius.* J Bone Joint Surg 1987;69:248.
- ¹⁰ Modi CS, Ho K, Smith CD, et al. *Dynamic and static external fixation for distal radius fractures - a systematic review.* Injury 2010;41:1006-11.
- ¹¹ Kulshrestha V, Roy T, Audige L. *Dynamic vs static external fixation of distal radial fractures: a randomized study.* Indian J Orthop 2011;45:527-34.
- ¹² Shukla R, Jain RK, Sharma NK, et al. *External fixation versus volar locking plate for displaced intra-articular distal radius fractures: a prospective randomized comparative study of functional outcomes.* J Ortopaed Traumatol 2014;15:265-70.
- ¹³ Williksen JH, Husby T, Hellund JC, et al. *external fixation and adjuvant pins versus volar locking plate fixation in unstable distal radius fractures: a randomized, controlled study with a 5-year follow-up.* J Hand Surgery 2015;40:1333-40.
- ¹⁴ Hammer OL, Clementsen S, Hast J, et al. *volar locking plates vs augmented external fixation of intra-articular distal radial fractures: functional results from a randomized controlled trial.* J Bone Joint Surg Am 2019;101:311-21.
- ¹⁵ Wang J, Lu Y, Cui Y, et al. *Is volar locking plate superior to external fixation for distal radius fractures? A comprehensive meta-analysis.* Acta Orthop Traumatol Turc 2018;52:334-42.

C. Ratti¹
S. Bassini¹
G. Bartoli²
R. Barazzoni²
M. Zanetti²
P. De Colle³
M. Dussi¹
L. Murena¹

¹ Clinica Ortopedica Traumatologica, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste, Università degli Studi di Trieste; ² Clinica Medica, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste, Università degli Studi di Trieste; ³ Geriatria, Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste, Università degli Studi di Trieste

Ortogeriatria e Fracture Liaison Service: modelli per il governo clinico della patologia traumatica del grande anziano

Orthogeriatrics and Fracture Liaison Service: models for the clinical management of the traumatic pathology of the great elder

Riassunto

Le fratture da fragilità sono una delle principali sfide per i sistemi sanitari occidentali. Il loro numero crescente, la loro ricorrenza sullo stesso paziente e gli esiti spesso sfavorevoli non solo in termini di sopravvivenza ma anche di disabilità hanno reso tali fratture oggetto d'interesse da parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità. Nel corso degli anni si è cercato di sviluppare programmi multidisciplinari di prevenzione e trattamento per migliorare sia gli esiti che per ridurre le ricorrenze. Si è raggiunta una maggiore consapevolezza della necessità di trattare non solo la frattura da un punto di vista ortopedico ma anche di trattare le cause che hanno portato alla fragilità scheletrica. I moderni orientamenti di trattamento delle fratture da fragilità prevedono una gestione multidisciplinare per la gestione intraospedaliera mediante la collaborazione tra geriatri e ortopedici. Inoltre attraverso la creazione di fracture liaison service il paziente con frattura da fragilità deve essere individuato e avviato a inquadramento diagnostico e terapia farmacologica adeguata precoce e a follow up periodici.

Parole chiave: fratture da fragilità, ortogeriatrics, fracture liaison service, osteoporosi, prevenzione secondaria

Summary

Fragility fractures are a major challenge for Western Health Systems. The World Health Organization considers fractures in the elderly an object of great interest for their increasing number, their recurrence on the same patient and the often unfavorable outcomes in terms of survival and disability. Over the years multidisciplinary prevention and treatment programs have been developed both to improve outcomes and to reduce recurrences. A greater awareness of the need to treat not only the fracture from an orthopedic point of view but also to treat the causes that led to skeletal fragility was achieved. The modern guidelines for the treatment of fragility fractures involve in-hospital multidisciplinary management through collaboration between geriatricians and orthopedic surgeons. Furthermore, through the creation of fracture liaison service the patient with fragility fracture should be better identified and a diagnostic framework, adequate early drug therapy and periodic follow-up should be set in all cases.

Key words: fragility fracture, orthogeriatrics, fracture liaison service, osteoporosis, secondary prevention

Introduzione

L'osteoporosi è una patologia caratterizzata da una riduzione quantitativa e qualitativa dell'osso, cui consegue un aumentato rischio di fratture da fragilità. Rappresenta la più frequente tra tutte le patologie ossee e affligge 1/3 delle donne e 1/5 degli uomini in tutto il mondo. In considerazione dell'aumento dell'età media generale questi numeri sono chiaramente destinati ad aumentare ¹.

Tra le fratture da fragilità quella del femore ha il tasso più elevato di mortalità e di disabilità tra i soggetti di età superiore ai 70 anni, pesando notevolmente sul Sistema Sanitario Nazionale.

In Italia il tasso di mortalità a un anno per le fratture di femore raggiunge circa il

Indirizzo per la corrispondenza:
Chiara Ratti
chiararatti1977@gmail.com

25%; tra i pazienti sopravvissuti, inoltre, circa il 20% andrà incontro a istituzionalizzazione definitiva. Ne consegue un grande costo sociale, relativo non solo ai costi diretti di ospedalizzazione, ma anche quelli riabilitativi e/o indiretti successivi alla degenza².

Nonostante il grande impatto sociale della patologia, diversi studi hanno dimostrato che meno di un terzo dei pazienti con fratture da fragilità ricevono un'adeguata valutazione e trattamento dell'osteoporosi. L'Asia-gap study, ad esempio, ha dimostrato che nonostante il 70% dei pazienti con frattura dell'anca fosse consapevole di essere affetto da osteoporosi, solo il 25% aveva eseguito una valutazione della Bone Mass Density e solo il 30% era in trattamento mirato³.

In Italia, il rapporto OSMED 2015 rilasciato dall'AIFA sull'"Uso dei Farmaci in Italia"⁴ ha dimostrato come anche nel nostro Paese il management del paziente dopo una frattura da fragilità fosse inappropriato e insufficiente. Meno del 25% della popolazione Italiana a elevato rischio di frattura era infatti in trattamento con farmaco per la prevenzione di fratture da fragilità nel triennio 2013-2015. L'International Osteoporosis Foundation (IOF) ha generato un rapporto dedicato all'Unione Europea, che ha rilevato un mancato o inappropriato trattamento dei pazienti ad alto rischio di fratture nel 30% degli uomini e 59% delle donne in Italia.

Nel rapporto Osmed 2015, inoltre, si rilevava un aumento dell'utilizzo di farmaci per l'osteoporosi in pazienti senza fattori di rischio e quindi senza necessità di trattamento (77,6% dei pazienti in trattamento non avevano mai presentato frattura vertebrale o di femore, avevano anamnesi muta per assunzione di corticosteroidi e assenza di accessi ambulatoriali per accertamenti mirati per l'osteoporosi). Veniva descritto inoltre il problema della scarsa compliance al trattamento con farmaci per l'osteoporosi. L'aderenza alla prescrizione a 12 mesi ammontava al 50% per i pazienti in terapia con bifosfonati. Per di più solo il 61% dei i pazienti in trattamento antirassorbitivo assumeva integrazione suppletiva di calcio e vitamina D.

Il successivo rapporto OSMED Gennaio-Settembre 2016 ha fortunatamente evidenziato un trend in leggero miglioramento per quanto riguarda l'aderenza al treatment⁵.

I problemi principali da risolvere per una corretta prevenzione delle ricorrenze fratturative sembrano quindi essere da un lato il riconoscimento dei soggetti a rischio e dall'altro l'educazione dei pazienti che devo essere trattati. Solo con quest'ultima è possibile migliorare la compliance alla terapia².

È innegabile il fatto che una attività di prevenzione secondaria aumenti in certa misura i costi sia per la parte diagnostica che per la componente terapeutica, ma tale costo è controbilanciato dal risparmio di risorse sanitarie conseguente alla riduzione dei casi da trattare.

Al momento in Italia sussiste anche una scarsa chiarezza su quale specialista dovrebbe occuparsi della fragilità ossea nel post-ricovero. Il dottor Harrington ha reso bene l'essenza del problema asserendo che "il trattamento dell'osteoporosi nei pazienti a seguito di frattura è stato gestito dal Triangolo delle Bermuda di ortopedici, fisioterapisti ed esperti dell'osteoporosi, in cui il paziente scompare"⁶.

Considerando che l'osteoporosi rimane una patologia silente fino alla manifestazione con fratture da fragilità, il primo specialista con cui i pazienti s'interfacciano è solitamente il chirurgo ortopedico. Il paziente è seguito dallo specialista per i 3-6 mesi successivi all'intervento e accompagnato fino alla risoluzione del quadro da un punto di vista chirurgico. Purtroppo, spesso il quadro clinico generale del paziente fragile è scarsamente considerato. Secondo alcuni, il paziente anziano con frattura da fragilità dovrebbe essere trattato in ambito multidisciplinare mediante la collaborazione fra diversi specialisti quali endocrinologi, reumatologi, internisti o geriatri, non solo nella fase acuta ospedaliera ma anche nel follow-up a lungo termine.

La collaborazione fra ortopedico e geriatra è presente in diverse strutture ospedaliere ormai da anni anche se il modello ottimale di collaborazione è ancora discusso in letteratura e potrebbe essere diverso a seconda delle realtà analizzate.

Cenni di storia dell'ortogeriatra

La geriatria, intesa come medicina dedicata alle specificità cliniche del paziente anziano, sin dalle origini ha riconosciuto nel paziente ortopedico uno dei modelli per eccellenza di fragilità: proprio un chirurgo ortopedico, Lionel Cosin (1910-1994)⁷, viene considerato tra i padri della geriatria moderna per essere riuscito a ottenere un recupero funzionale anche nei pazienti più anziani con frattura di femore, fino ad allora lasciati a letto perché reputati non passibili di riabilitazione né candidabili e intervento chirurgico. Il suo approccio era basato sui principi che ancora oggi sono il cardine dell'ortogeriatra, ovvero il precoce intervento per una precoce riabilitazione, al fine di evitare gli effetti deleteri di un prolungato allettamento (suo il motto *bed is bad*).

L'importanza della collaborazione del geriatra e dell'ortopedico nella gestione del paziente anziano con frattura è stata descritta per la prima volta nel 1963 dagli inglesi Devas e Irvine: il modello da essi proposto era basato su una valutazione geriatrica routinaria e regolare all'interno di un reparto di ortopedia (*orthogeriatric liaison*) con l'obiettivo di effettuare in tempi brevi l'intervento chirurgico, iniziare precocemente la riabilitazione e affrontare in modo

appropriato gli altri problemi clinici e sociali concomitanti⁸. Negli stessi anni (1966) un lavoro di Clarke e Wainwright⁹ descriveva i risultati di un modello che prevedeva un intervento chirurgico precoce e il trasferimento nell'immediato post-operatorio in un reparto di riabilitazione geriatrica (*post-operative geriatric rehabilitation unit*).

Sempre in Inghilterra nel 1983 è stata descritta la prima unità orto geriatrica (*Nottingham model*), basata sulla collaborazione tra ortopedico e geriatra all'interno di uno specifico reparto di geriatria per il periodo pre e post-operatorio. Anche questo modello si dimostrava in grado di ridurre la durata della degenza dei pazienti e di aumentare la percentuale di pazienti che rientravano a domicilio¹⁰.

Ancora, nel 2002, veniva avanzata la proposta dello *Sheba Model*, sviluppato in Israele, con una presa in carico totalmente geriatrica, che, pur prevedendo la collaborazione degli altri specialisti, era finalizzata a garantire la massima continuità di cura tra la fase pre-operatoria, la stabilizzazione post-intervento e la riabilitazione¹¹.

Tuttavia fino alla fine degli anni '90 l'assenza di chiare evidenze sul miglioramento degli outcome clinici forti riservò ai modelli ortogeriatrici una accoglienza piuttosto scettica da parte della comunità scientifica¹². È in quel periodo che compaiono i risultati di modelli orto geriatrici prevalentemente europei e statunitensi che si dimostravano efficaci oltre che nel ridurre la durata della degenza, anche nel ridurre l'incidenza di delirium, la istituzionalizzazione dei pazienti con demenza, la mortalità a lungo termine e i costi sanitari¹². Nel 2003 queste evidenze furono riassunte nella prima edizione del *Blue book* curato dalle società scientifiche degli ortopedici e dei geriatri britanniche¹³.

Negli anni successivi la ricerca ha cercato di chiarire quale modello potesse essere più efficace: è apparso evidente come i modelli in cui era prevista una collaborazione tra ortopedico e geriatra andassero preferiti rispetto ai *reactive models* (basati sulla consulenza a chiamata) e ai modelli finalizzati al semplice trasferimento precoce in un reparto di riabilitazione geriatrico, senza una relazione diretta tra gli specialisti¹². Infine, tra i modelli di collaborazione tra ortopedico e geriatra quello che prevede una unità ortogeriatrica (in cui alla relazione stretta tra ortopedico e geriatra si aggiunge un personale paramedico con formazione ortogeriatrica specifica) sembra avere attualmente le migliori evidenze di efficacia rispetto a modelli basati sulla consulenza geriatrica o sul *comanagement* con responsabilità condivisa svolti in un tradizionale reparto di ortopedia¹⁴.

Fracture Liaison Service

Il Fracture Liaison Service (FLS) è un programma multidisciplinare coordinato che aiuta e identificare e trattare in modo sistematico i pazienti affetti da frattura da fragilità.

Si tratta di percorsi diagnostici-terapeutici disegnati "ad hoc" per la prevenzione secondaria delle fratture da fragilità nei soggetti con prima frattura osteoporotica, e prevedono una vera e propria integrazione tra ospedale e territorio².

Il FLS è nato negli ultimi anni '90, in Gran Bretagna per cercare di far fronte al crescente numero delle fratture da fragilità causate dall'osteoporosi oltre che alla scarsa presa in carico di questi pazienti¹⁵.

Considerando il rischio due volte maggiore di incorrere in nuove fratture da fragilità dopo una prima frattura, il FLS si propone anche di ridurre indirettamente morbilità e mortalità correlata alle fratture da osteoporosi.

L'obiettivo è quindi di individuare i pazienti durante la fase acuta dell'evento fratturativo, gestire il trattamento chirurgico della frattura e il decorso post-operatorio, e inquadrare e trattare nel lungo termine la patologia che ha determinato la fragilità scheletrica.

Nel 2013 l'International Osteoporosis Foundation (IOF) ha promosso il programma globale "Capture the Fracture" per aumentare la sensibilità nei confronti della prevenzione di fratture secondarie secondo modelli multidisciplinari.

L'IOF ha anche istituito il Best Practice Framework (BPF) che promuove lo sviluppo di linee guida da rispettare nei programmi di FLS³.

Paolo Cavagnaro e collaboratori in una recente pubblicazione efficacemente riassumono i punti chiave del funzionamento dei FLS²:

- strategie per individuare precocemente i pazienti con frattura osteoporotica e alto rischio di fratture da fragilità, in modo da intraprendere già in sede ospedaliera un percorso diagnostico-terapeutico dedicato (età superiore a 50 anni e una frattura da fragilità a bassa energia di polso, omero, anca e/o vertebre)¹⁶;
- la collaborazione e coordinamento delle principali figure sanitarie coinvolte nella presa in carico del paziente;
- una stratificazione dei pazienti basata sul rischio di frattura e di caduta (particolare attenzione dovrebbe essere ad esempio riservata ai pazienti con fratture multiple all'ingresso. Da uno studio condotto su 6543 pazienti è emerso, infatti, che il rischio di ri-frattura a 5 anni raggiunge in questi pazienti picchi del 19,6% contro un 9,7% in pazienti con unica frattura)¹⁷;
- la valutazione, identificazione e gestione di possibili comorbidità sottostanti alla fragilità scheletrica e al rischio di caduta. (In una recente review di Chao e collaboratori è emersa un'associazione statisticamente significativa tra insufficienza renale cronica, patologie cardiache, neoplastiche, artrosi e diabete e una ridotta probabilità di recupero funzionale nel breve termine, una peggiore sopravvivenza a 2 anni e un aumentato rischio di cadute. Al contrario marker di buona nutrizio-

ne, quali un alto BMI e dosaggio albuminico, sembrano essere correlati a una ridotta mortalità¹⁸;

- La definizione di un percorso di cura individualizzato per singolo paziente;
- L'avvio di terapia farmacologica evidence-based;
- Il monitoraggio a lungo termine della situazione clinica e aderenza al trattamento.

Il modello dei FLS si basa sulla presenza di un coordinatore, che collabora con l'equipe ortopedica/traumatologica o il team ortogeriatrico. Il coordinatore è usualmente un medico specializzato nell'osteoporosi e malattie metaboliche².

Diverse figure mediche e sanitarie s'interfacciano dunque col paziente nei modelli FLS. Già durante il ricovero, il paziente dovrebbe essere valutato dal coordinatore per essere educato sulla malattia, le sue conseguenze e la necessità di trattamento. Il fisioterapista dovrebbe invece attestare il rischio di cadute ed eseguire un programma di prevenzione cadute. Un medico nutrizionista dovrebbe invece valutare lo stato nutrizionale e correggere eventuali malnutrizioni. A seconda del tipo di paziente e di struttura, potrebbero poi essere coinvolte anche altre figure quali quella dell'endocrinologo, del reumatologo, del fisiatra o del terapeuta occupazionale.

Il paziente fragile ricoverato per frattura da fragilità dovrebbe intraprendere il prima possibile una terapia farmacologica appropriata. La terapia deve quindi continuare anche nel post-ricovero, e i suoi effetti devono essere valutati nel tempo con visite periodiche di follow-up per eventualmente modificare il trattamento secondo le diverse esigenze³. Molti studi sulle FLS sono stati condotti per indagarne l'effettiva utilità. Studi a lungo termine hanno dimostrato che circa il 75% dei pazienti osteoporotici con fratture hanno beneficiato di una gestione medica successiva a quella chirurgica¹.

Il modello di trattamento multidisciplinare coordinato dei FLS si è dimostrato capace di ridurre il rischio relativo di nuova frattura non vertebrale da fragilità, di ridurre la mortalità oltre che di portare a una riduzione dei costi correlata alla ricorrenza dei nuovi eventi fratturativi².

Una revisione in Scozia ha calcolato un risparmio di 21000 Sterline per 1000 pazienti con una prevenzione stimata di 18 ri-fratture. La diagnosi di osteoporosi dopo una frattura da fragilità è passata da un 5-30% in assenza di FLS, e oltre l'80% con l'introduzione dei programmi di FLS.

Parallelamente anche gli Stati Uniti hanno visto un fiorente sviluppo dei programmi di FLS: tra questi l'*Healthy Bones Program in California* che ha portato a una riduzione del 37,2% delle fratture d'anca, consentendo un risparmio di 30,8 milioni di dollari¹.

L'istituzione di programmi efficienti di diagnosi, trattamento e prevenzione secondaria delle fratture da fragilità rive-

ste quindi un ruolo fondamentale nel mantenimento della salute pubblica, in particolare alla luce delle proiezioni demografiche di invecchiamento della popolazione mondiale.

I programmi di Fracture Liaison Service hanno finalmente cancellato le ambiguità di competenza del paziente con fratture da fragilità, promuovendo una proficua relazione interdisciplinare tra specialisti. Il paziente deve essere sottoposto a cure specialistiche ortopediche precoci al fine di ridurre al minimo la disabilità e l'impatto della frattura. L'equipe riabilitativa attraverso adeguati protocolli ha il compito di riportare se possibile il paziente ai livelli di abilità e attività pre-traumatici. Infine personale medico di estrazione multidisciplinare coordinato da un esperto con un training specifico nella diagnosi e nella terapia dell'osteoporosi deve occuparsi del trattamento di tale condizione nel lungo termine.

Ad oggi, il modello FLS è adottato da diversi Paesi Europei, oltre che da Stati Uniti e Australia, in quanto è stata dimostrata la sua efficacia in termini di miglioramento della salute generale della popolazione anche in un'ottica di ottimizzazione delle risorse di economia sanitaria.

Conclusioni

Di fronte a una problematica clinica rilevante e frequente come quella delle fratture da fragilità nell'anziano, si rendono necessari dei modelli strutturati per la sua gestione ottimale. Questi modelli, per essere efficaci, devono farsi carico di ottimizzare la gestione sia della fase acuta, per prevenire e trattare le maggiori complicanze del ricovero ospedaliero (quando necessario), sia del follow-up a lungo termine, per garantire la somministrazione della terapia adeguata e prevenire le ricorrenze fratturative. L'approccio multidisciplinare organizzato e coordinato dimostra efficacia ed efficienza nel far fronte in maniera adeguata alla complessità del paziente anziano fratturato. I modelli di ortogeriatrica, per la fase ospedaliera, e del *Fracture Liaison Service*, per il follow-up multidisciplinare a lungo termine, rappresentano gli attuali *standard of care* per il paziente anziano con fratture da fragilità.

Bibliografia

- 1 Bonanni S, Amelia BA, Sorensen A, et al. *The role of the fracture liaison service in osteoporosis care*. *Mo Med* 2017;114:295-8.
- 2 Cavagnano P, Giusti A, Pleitavino F, et al. *Fracture Liaison Service: un modello di management di continuità assistenziale per la fragilità scheletrica nell'anziano tra ospedale e territorio*. *I luoghi della cura*, 2-2018 Ottobre. (<https://www.luoghicura.it/sistema/programmazione-e-governance/2018/10/>)

- fracture-liaison-service-un-modello-di-management-di-continuita-assistenziale-per-la-fragilita-scheletrica-nellanziano-tra-ospedale-e-territorio/?pdf)
- ³ LY Chang, KS Tsai, JK Peng et al. *The development of Taiwan Fracture Liaison Service network*. Osteoporos Sarcopenia 2018;4:47-52.
 - ⁴ Osservatorio Nazionale sull'impiego dei Medicinali. *L'uso dei farmaci in Italia*. Rapporto Nazionale 2015. Roma: Agenzia Italiana del Farmaco, 2016.
 - ⁵ Osservatorio Nazionale sull'impiego dei Medicinali. *L'uso dei farmaci in Italia*. Rapporto Nazionale Gennaio-Settembre 2016. Roma: Agenzia Italiana del Farmaco, 2017 .
 - ⁶ Harrington J. *Dilemmas in providing osteoporosis care for fragility fracture patients*. US Musculoskelet Rev Touch Brief 2006;11:64-5.
 - ⁷ Irvine RE. *Obituary: Lionel Cosin*. The independent 1994 April 13. Available from <http://www.independent.co.uk/news/people/obituary-lionel-cosin-1369765.html>. Accessed on 06/07/2019.
 - ⁸ Irvine RE, Devas MB. *The geriatric orthopaedic unit*. J Bone Joint Surgery 1963;49-B:186-7.
 - ⁹ Clarke ANG, Wainwright D. *Management of the fractured neck of femur in the elderly female: a joint approach*. Gerontology Clinics 1966;8:321-6.
 - ¹⁰ Boyd RV, Hawthorne J, Angus Wallace W, et al. *The Nottingham Orthogeriatric unit after 1000 admissions*. Injury 1983;15:193-6.
 - ¹¹ Adunsky A, Levi R, Cecic A, et al. *The "Sheba" model of comprehensive orthogeriatric care for elderly hip fracture patients: a preliminary report*. Isr Med Assoc J 2002;4:259-6.
 - ¹² Sabharwal S, Wilson H. *Orthogeriatrics in the management of frail older patients with a fragility fracture*. Osteoporos Int 2015;26:2387-99.
 - ¹³ British Orthopaedic Association. *The care of patients with fragility fracture*. The Blue Book 2007.
 - ¹⁴ Moyet J, Deschasse G, Marquant B, et al. *Which is the optimal orthogeriatric care model to prevent mortality of elderly subjects post hip fractures? A systematic review and meta-analysis based on current clinical practice*. Int Orthopaedics 2019;43:1449-54.
 - ¹⁵ McLellan AR, Gallacher SJ, Fraser M, et al. *The fracture liaison service: success of a program for the evaluation and management of patients with osteoporotic fracture*. Osteoporos Int 2003;14:1028-34.
 - ¹⁶ LY Chang, KS Tsai, JK Peng, et al. *The development of Taiwan fracture liaison service network*. Osteoporosis and Sarcopenia 2018;4:47-52.
 - ¹⁷ Sujic R, Beaton DE, Mamdani M, et al. *Five-year refracture rates of a province-wide fracture liaison service*. Osteoporos Int 2019;30:1671-7.
 - ¹⁸ Chao CT, Yang RS, Huang WJ, et al. *Risk factors for poor functional recovery, mortality, recurrent fractures, and falls among patients participating in a fracture liaison service program*. J Am Med Dir Assoc. 2019 Feb 2.

G. Resmini

UO di Ortopedia e Traumatologia. ASST
Bergamo Ovest

Controllo del dolore nel paziente anziano fratturato

Pain control in the elderly fractured patient

Riassunto

La prevalenza del dolore è elevata negli anziani, soprattutto dopo le fratture da fragilità ossea. Ciò può determinare una condizione invalidante, che influisce sulla capacità di mantenere la propria indipendenza e può portare a un declino delle attività sociali e all'isolamento. È nota la relazione tra il dolore persistente e il disagio mentale, l'ansia, la depressione, i disturbi del sonno e il declino cognitivo. Per tutti questi motivi, la gestione del dolore nelle persone anziane fratturate è da considerare una priorità dell'assistenza sanitaria. Il trattamento chirurgico precoce rappresenta la terapia antalgica più efficace, ma dovrebbe essere assicurata anche una gestione multimodale del dolore dall'arrivo in PS per tutto il percorso clinico del paziente. È fondamentale la conoscenza dei farmaci analgesici per ottenere risultati efficaci e sicuri, ma si raccomanda sempre di associare ai farmaci i programmi di attività motoria e di intervento psicologico.

Parole chiave: paziente anziano, frattura, terapia del dolore

Summary

The prevalence of pain is high in the elderly, especially after fractures due to bone fragility. This can lead to a debilitating condition, which affects the ability to maintain one's independence and can lead to a decline in social activities and isolation. The relationship between persistent pain and mental distress, anxiety, depression, sleep disorders and cognitive decline is known. For all these reasons, pain management in fractured older people is a priority of health care. Early surgical treatment represents the most effective pain therapy, but multimodal pain management should also be ensured upon arrival at PS throughout the patient's clinical path. The knowledge of analgesic drugs is essential to obtain effective and safe results, but it is always recommended to associate motor activity and psychological intervention programs with drugs.

Key words: elderly patient, fracture, pain therapy

Introduzione

Nei prossimi decenni aumenterà in modo sostanziale il numero di persone con più di 65 anni e una percentuale considerevole di questa popolazione svilupperà problemi di salute e patologie cronico-degenerative, che porteranno a un aumento della sintomatologia dolorosa. La prevalenza del dolore è elevata negli anziani, soprattutto dopo le fratture da fragilità ossea. Queste fratture sono la complicazione più importante dell'osteoporosi, sono in genere fratture non traumatiche o associate a traumi inefficaci a bassa energia¹. Solitamente si verificano in specifici siti scheletrici come il rachide dorso/lombare, il femore prossimale e distale, il radio distale, l'omero prossimale, ma possono interessare qualsiasi altro distretto osseo². Dolore cronico e funzionale declino sono comuni sequele di queste fratture con un conseguente grande impatto sulla qualità di vita nel soggetto anziano³. L'incidenza delle fratture da osteoporosi ammonta a circa 9 milioni/anno in tutto il mondo². La presenza di dolore cronico persistente nei soggetti più anziani, può seriamente compromettere la loro salute e la qualità della vita. Alterazioni dell'umore, come ansia, depressione, sonno e malnutrizione possono svilupparsi come conseguenza del dolore. La disabilità motoria graduale può derivare anche dalla persistenza della sintomatologia dolorosa, aumentando così il rischio di immobilizzazione che

Indirizzo per la corrispondenza:

Giuseppina Resmini

UO di Ortopedia e Traumatologia

ASST Bergamo Ovest

p.le Ospedale, 1

24047 Treviglio (Bg)

giurobeli@gmail.com

a sua volta può peggiorare l'osteoporosi e aumentare ulteriormente il rischio di caduta e di un'ulteriore frattura da fragilità ossea⁴. Pertanto, il trattamento del dolore è obbligatorio in tutti i soggetti, in particolare negli anziani. Va ricordato che nel 2010, l'Italia è stato il primo paese al mondo ad approvare una legge (numero 38) che dà concreta attuazione al diritto universale ad accedere alle terapie del dolore e ribadisce l'obbligo etico dei medici a trattare il dolore dei propri pazienti. L'approccio al dolore nel paziente anziano fratturato rappresenta certamente una sfida difficile. La sua rilevazione è spesso complicata dalla scarsità di elementi obiettivi di misura, dalla presenza di dati biomorali aspecifici e talora da situazioni di inaffidabilità descrittiva del paziente, che potrebbero complicare la valutazione finale. A questo va aggiunto che, una volta definita la presenza del dolore, la decisione del trattamento è subordinata a una valutazione globale del rischio di effetti collaterali, che nei pazienti anziani affetti di pluripatologie e pluritrattati è sempre presente. Decidere chi e quando trattare può essere difficile. È importante ricordare come il dolore sia un problema ricorrente negli anziani e come, inevitabilmente, costituisca uno dei determinanti della fragilità propria di questa popolazione. Le scelte terapeutiche dovranno essere effettuate sulla base di una completa valutazione del dolore e delle caratteristiche del paziente, prevedendo un intervento globale, protratto nel tempo, in grado di fornire una risposta terapeutica adeguata e una minimizzazione dei rischi connessi alla terapia.

Il dolore

Il dolore, così come definito ufficialmente dall'*International Association for the Study of Pain* (IASP), è "un'esperienza sensoriale ed emozionale spiacevole, associata o meno a danno tissutale, in atto o potenziale, o descritta in termini di un simile danno"⁵. Tale definizione pone l'accento soprattutto sulla natura soggettiva della sensazione dolorosa. È il risultato di una serie di interazioni complesse tra il sistema nervoso, le risposte metaboliche, neuroendocrine e immunologiche, che vengono modulate da diversi fattori ambientali, culturali, fisici e affettivi, e in grado di generare caratteristiche specifiche per ogni individuo. Essendo un'esperienza spiacevole, alla componente somatica del dolore si accompagna anche una carica emozionale. Il dolore si riscontra in diverse situazioni cliniche, rappresentando una delle manifestazioni più importanti della malattia. Tra i sintomi, è quello che mina maggiormente la qualità di vita del paziente, sia da un punto di vista fisico che psicologico⁶.

Il dolore può essere classificato sulla base di tre aspetti fondamentali: origine, intensità e durata. In base all'origine dello stimolo, è possibile identificare diversi tipi di dolore.

Si intende per dolore nocicettivo quello che compare in seguito a un evento lesivo, per esempio un trauma o un intervento chirurgico, è determinato dall'attivazione dei recettori del dolore, chiamati nocicettori, presenti un po' ovunque nel nostro organismo. Lo stimolo viene percepito a livello periferico e trasmesso attraverso le fibre nervose del sistema somato-sensoriale al midollo spinale, quindi al talamo e alla corteccia cerebrale dove viene memorizzato. Il dolore nocicettivo infiammatorio è invece causato da una sensibilizzazione dei nocicettori periferici da parte dei mediatori del processo flogistico, che rispondono, in questo caso, a stimoli di bassa intensità o addirittura in assenza di stimoli⁷. Il dolore neuropatico è un dolore continuo, in conseguenza di un danno ai nervi periferici o al SNC ed è caratterizzato da una quasi completa mancanza di correlazione tra l'entità dello stimolo periferico e la sensazione dolorosa provocata. Il dolore misto è un dolore con caratteristiche tipiche sia del dolore nocicettivo che del dolore neuropatico ed è probabilmente quello di più frequente riscontro sia nel dolore cronico oncologico che in molte altre patologie di frequente osservazione ambulatoriale, come il comune mal di schiena, alcune lombo-sciatalgie, il dolore toracico, ecc. Col termine dolore psicogeno si intendono tutti quei dolori di natura psicosomatica maggiormente riscontrabili in soggetti con carattere ansioso ed emotivo o che vivono situazioni di stress⁷.

L'intensità rappresenta un parametro fondamentale per una corretta valutazione del dolore ed è una tappa indispensabile per una scelta farmacologica appropriata. Con un'attività di monitoraggio nel tempo è inoltre possibile valutare l'efficacia delle terapie adottate. Il dolore è un'esperienza soggettiva, per questo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha stabilito una scala graduata di classificazione del dolore in base all'intensità. Vengono descritti tre livelli di intensità: Lieve - Grado I (da 1 a 3), Moderato - Grado II (da 4 a 6), Severo o Grave - Grado III (da 7 a 10)⁸. Sono stati validati diversi strumenti idonei a misurare l'intensità del dolore e, di conseguenza, l'impatto sulla qualità di vita del paziente. I più utilizzati, perché più semplici da applicare, sono le cosiddette scale unidimensionali, ossia: la *Visual Analogue Scale*, VAS; la *Numerical Rating Scale*, NRS; la *Verbal Rating Scale*, VRS; la *Facial Scale*, FS⁹.

Dal punto di vista dell'andamento temporale, il dolore può essere classificato in acuto e cronico⁷. Si parla di dolore acuto quando lo stimolo lesivo corrisponde a un danno tissutale in atto e si accompagna a una serie di reazioni di difesa che tendono a compensare o allontanare la causa del dolore stesso, spesso con attivazione di alcune funzioni neurovegetative, neuroendocrine, emotive e comportamentali. Infine, si parla di dolore cronico se, dopo la fase del dolore acuto la sensazione dolorosa perdura, per

convenzione oltre i 3 mesi. Può determinare modificazioni affettive e comportamentali, può condurre a invalidità o disabilità, con il rischio di incidere negativamente sulla qualità di vita, sulle performance lavorative e con un incremento dei costi sociali ⁷. Infatti, nel dolore cronico si sviluppano gradualmente debolezza, disturbi del sonno, perdita dell'appetito e depressione. Il risultato ultimo è spesso l'isolamento sociale. Il dolore cronico è legato alle forme tumorali, nel qual caso si parla di dolore oncologico. Secondo le indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità il trattamento del dolore deve essere scelto in base all'intensità dello stesso e misurato attraverso la scala numerica. La terapia viene definita per ogni livello di intensità: Grado I (paracetamolo o FANS ± adiuvanti); Grado II (oppiacei deboli ± paracetamolo o FANS ± adiuvanti); Grado III (oppiacei forti ± paracetamolo o FANS ± adiuvanti) ⁸. L'approccio moderno al trattamento del dolore prevede una terapia diversificata e multimodale che permette di trattare il dolore in funzione delle sue diverse caratteristiche e aspetti, associando più farmaci a più basse dosi, riducendo così la possibilità di eventi avversi ¹⁰.

Il controllo del dolore nell'anziano fratturato

La valutazione del dolore nell'anziano è complessa per la frequente concomitanza di condizioni cliniche cronicizzate, la presenza di più cause di dolore e l'assunzione di un certo numero di farmaci. La prevalenza del dolore è elevata negli anziani, soprattutto dopo una frattura da fragilità ossea, come per esempio quella del femore. Ciò può determinare una condizione invalidante, che influisce sulla capacità di mantenere la propria indipendenza e può portare a un declino delle attività sociali e all'isolamento. È nota la relazione tra il dolore persistente e il disagio mentale, l'ansia, la depressione, i disturbi del sonno e il declino cognitivo. Per tutti questi motivi, la gestione del dolore persistente nelle persone anziane è da considerare una priorità dell'assistenza sanitaria. Il dolore resta il sintomo principale nelle fratture da fragilità, crea stress e aumenta l'incidenza di complicanze cardio-polmonari e di delirium. Tutto ciò evidenzia come la valutazione del dolore nei pazienti anziani fratturati possa essere molto impegnativa ¹¹. Un trattamento efficace del dolore consente un rapido recupero delle capacità funzionali con riduzione della degenza, della mortalità e una migliore qualità di vita ¹². Un'attenta valutazione del dolore nel paziente anziano fratturato durante tutto il ricovero è fondamentale e la sua intensità deve essere documentata in cartella clinica a riposo, nel corso del nursing e durante la seduta riabilitativa. L'utilizzo delle scale di valutazione è complicato dal fatto che

sono spesso presenti deficit sensoriali visivi e uditivi, oltre a disturbi cognitivi. Il dolore non trattato, oltre a modificare l'architettura del sonno ed essere associato a perdita di autonomia fisica, può anche aumentare il rischio di sviluppare deficit cognitivi. Le scale maggiormente utilizzate per la valutazione del dolore sono la *Numerical Rating Scale* (NRS) per pazienti collaboranti e il *Pain Assessment in Advanced Dementia* (PAINAD) per pazienti non collaboranti e/o con difficoltà di espressione verbale. Nel paziente con deterioramento cognitivo, la presenza di dolore deve essere presunta per la patologia in atto e trattato anche se non rilevabile con certezza. È importante ricordare come negli anziani fratturati il trattamento chirurgico precoce rappresenti già la terapia antalgica più efficace, ma dovrebbe essere assicurata anche una gestione multimodale del dolore dall'arrivo in PS per tutto il percorso clinico del paziente. Studi longitudinali eseguiti su una popolazione anziana con dolore post-fratturativo indicano come la maggior parte del recupero avvenga nelle prime 4 a 6 settimane dall'evento traumatico. Gli studi interventistici supportano il valore del trattamento analgesico precoce. Ad esempio, durante la prima settimana dopo il trattamento chirurgico i pazienti anziani che ricevevano analgesici prima delle sedute di terapia fisica riferivano meno dolore a lungo termine e migliori risultati funzionali di quelli che non li avevano ricevuti. Pertanto, la gestione precoce del dolore può essere particolarmente efficace nel migliorare i risultati a lungo termine perché la terapia analgesica può disattivare i percorsi di stress che probabilmente contribuiscono allo sviluppo del dolore cronico ¹³. La scelta della terapia antidolorifica nel paziente anziano fratturato richiede molta attenzione in quanto va valutata sia l'efficacia del trattamento che i suoi possibili effetti collaterali, ma è anche fondamentale la valutazione delle funzioni renali ed epatiche, delle patologie croniche pre-esistenti e dei farmaci assunti. Il concomitante utilizzo di FANS, benzodiazepine o altri sedativi pone i pazienti anziani a un più alto rischio di morbilità e/o mortalità. I principali farmaci impiegati nella terapia del dolore sono il paracetamolo, i farmaci anti-infiammatori non steroidei e gli oppioidi. Il paracetamolo è consigliato solo nel dolore di grado lieve-moderato di origine muscolo-scheletrica, anche se è stata dimostrata un'efficacia limitata rispetto al placebo e agli altri farmaci analgesici. Le avvertenze al suo utilizzo sono la grave insufficienza epatica e il basso peso corporeo, condizioni spesso presenti nell'anziano. I farmaci anti-infiammatori non steroidei (FANS) e gli inibitori selettivi della COX-2, possono essere efficaci sia per il dolore acuto che per quello cronico di natura infiammatoria, ma hanno una limitata potenza antalgica, hanno un'azione esclusivamente periferica e possono essere somministrati per un limitato periodo di tempo a causa dei molteplici effetti collaterali

come il sanguinamento gastrointestinale, che aumenta con l'aumentare dell'età, lo scompenso cardiocircolatorio e renale, e per le potenziali interazioni tra farmaci. In generale, nell'anziano i farmaci anti-infiammatori andrebbero utilizzati al minor dosaggio efficace e per il minor tempo possibile. È quindi da ritenersi improprio l'utilizzo degli anti-infiammatori per la gestione del dolore persistente¹⁴. Gli oppioidi sono farmaci analgesici che agiscono a livello centrale. Le principali molecole appartenenti a questa categoria di farmaci sono tradizionalmente ripartite in due tipologie: gli oppiacei deboli e forti. Le linee guida internazionali specifiche per l'anziano raccomandano l'utilizzo della terapia con oppioidi forti per il trattamento del dolore persistente di intensità moderato-severa, ritenendola sicura ed efficace se utilizzata con le opportune cautele¹⁵. Sono sconsigliati, invece, gli oppioidi deboli in quanto nella popolazione anziana il rischio di effetti collaterali è molto elevato, in ragione degli alti dosaggi spesso richiesti per un adeguato controllo del dolore. Gli anziani con dolore persistente hanno una risposta variabile agli oppioidi e, per ridurre al minimo il rischio di complicanze, alcuni fattori come i farmaci concomitanti, lo stato cognitivo e comportamentale, devono essere valutati. Alcuni studi mostrano come la terapia con oppioidi nei pazienti geriatrici possa essere sicura ed efficace se iniziata a bassi dosaggi, inferiori a quelli utilizzati nell'adulto, aumentando poi il dosaggio gradualmente e lentamente con intervalli tra i dosaggi più lunghi al fine di limitarne gli effetti collaterali¹⁶. È stata invece esclusa una correlazione tra l'utilizzo di oppioidi e il decadimento cognitivo. Al contrario, recentemente è stato dimostrato che il dolore persistente sia in grado di alterare alcune aree cerebrali determinando un peggioramento della memoria e delle funzioni cognitive. Gli effetti collaterali più noti degli oppioidi sono la stipsi, la sedazione e la confusione mentale, le vertigini, il sovradosaggio, la dipendenza e l'aumentato rischio di cadute e di frattura proprio nell'anziano. L'incidenza degli effetti collaterali della terapia con oppioidi negli anziani è più frequente nelle fasi iniziali, mentre nella terapia a lungo termine non risulta essere significativa e comunque sono disponibili trattamenti adiuvanti in grado di ridurre alcuni degli effetti collaterali. Quindi, se utilizzati correttamente, è possibile prevenire o limitare gli effetti collaterali, ottenendo un miglior controllo del dolore¹⁵. Tuttavia, nonostante le raccomandazioni forti all'utilizzo degli oppioidi forti nella gestione del dolore persistente negli anziani, l'utilizzo è ancora molto scarso nella pratica clinica quotidiana. Nell'anziano fratturato è dimostrato essere molto efficace e apprezzato un approccio combinato multimodale caratterizzato dall'utilizzo di farmaci e da un programma di attività motoria e di intervento psicologico¹⁷. Non va dimenticato che spesso dolore e depressione sono presenti contemporaneamente

nell'anziano fratturato, e che la depressione deve essere trattata adeguatamente. Recenti linee guida sulla pratica clinica per il controllo del dolore nel post-intervento nel paziente fratturato raccomandano l'utilizzo dell'analgia multimodale in contrapposizione alla monoterapia con oppioidi. I benefici di questo paradigma di trattamento includono il potenziamento degli effetti farmacologici conseguente all'utilizzo di più farmaci, ottenendo così un maggiore controllo del dolore, consentendo il controllo sinergico del dolore da diverse classi di farmaci. Nel post-operatorio, l'analgia multimodale di successo può includere la psicoterapia, la terapia fisica, i FANS, il paracetamolo, i gabapentinoidi, l'anestesia regionale, le iniezioni locali e gli oppioidi. Non è raccomandato l'utilizzo di corticosteroidi in pazienti di età superiore a 60 anni perché alcuni dati suggeriscono che potrebbero ritardare i tempi di formazione del callo osseo riparativo. Per la stessa motivazione, per decenni anche l'utilizzo dei FANS è stato evitato, tuttavia, un'attenta revisione dei lavori pubblicati non consente di confermare né di smentire questa ipotesi¹⁸. In conclusione, la gestione del dolore nell'anziano fratturato richiede un approccio multidisciplinare e la conoscenza dei farmaci analgesici è fondamentale per risultati efficaci e sicuri.

Conclusioni

La gestione del dolore negli anziani fratturati è un compito complesso, per la presenza di più patologie, di più terapie e della vulnerabilità fisiologica propria di questa età. Considerati i rischi associati all'utilizzo dei farmaci, i potenziali effetti negativi devono sempre essere valutati rispetto alle conseguenze del dolore non trattato o parzialmente trattato. Infatti, le conseguenze di un trattamento inadeguato del dolore possono di per sé determinare una compromissione funzionale, una ridotta indipendenza nelle attività quotidiane e la depressione. Si raccomanda di associare sempre al trattamento farmacologico un trattamento globale che includa esercizi fisici e interventi psicologici.

Bibliografia

- 1 Benzvi L, Gershon A, Lavi I, et al. *Secondary prevention of osteoporosis following fragility fractures of the distal radius in a large health maintenance organization*. Arch Osteoporos 2016;11:20.
- 2 Curtis EM, van der Velde R, Moon RJ, et al. *Epidemiology of fractures in the United Kingdom 1988-2012: variation with age, sex, geography, ethnicity and socioeconomic status*. Bone 2016;87:19-26.
- 3 Ponsford J, Hill B, Karamitsios M, et al. *Factors influencing outcome after orthopedic trauma*. J Trauma 2008;64:1001-9.

- 4 Paolucci T, Saraceni VM, Piccinini G. *Management of chronic pain in osteoporosis: challenges and solutions*. J Pain Res 2016;9:177-86.
- 5 Merskey H, Bogduk N. *Classification of chronic pain. Descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms*. 2nd ed. IASP Task Force on Taxonomy. Seattle: IASP Press 1994.
- 6 Breivik H, Collet B, Ventafridda V, et al. *Survey of chronic pain in Europe: prevalence, impact on daily life, and treatment*. Eur J Pain 2006;10:287-333.
- 7 Montgomery Orr P, Cobb Shank B, Conner Black A. *The role of pain classification systems in pain management*. Crit Care Nurs Clin N Am 2017;29:407-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnc.2017.08.002>
- 8 World Health Organization. *Cancer pain relief*. Geneva 1986.
- 9 Gillian AH, Samra M, Tetyane K, et al. *Measures of adult pain*. Arthritis Care & Research 2011;63:S240-52. Doi 10.1002/acr.20543.
- 10 Dale R, Stacey B. *Multimodal treatment of chronic pain*. Med Clin N Am 2016;100:55-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcna.2015.08.012>.
- 11 Abdulla A, Adams N, Bone M, et al. *Guidance on the management of pain in older people*. Age Ageing 2013;42 Suppl 1:i1-57. Doi:10.1093/ageing/afs200.
- 12 Chai E, Horton JR. *Managing pain in the elderly population: pearls and pitfalls*. Curr Pain Headache Rep 2010;14:409-17.
- 13 Platts-Mills TF, Dayaa JA. *Musculoskeletal injuries in older adults: preventing the transition to chronic pain and disability*. N C Med J 2017;78:318-32.
- 14 Guerriero F. *Guidance on opioids prescribing for the management of persistent non-cancer pain in older adults*. World J Clin Cases 2017 March 16;5(3):73-81.
- 15 AGS Panel on persistent pain in older persons. *Pharmacological management of persistent pain in older persons*. J Am Geriatr Soc 2009;57:1331-46. Doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02376.x.
- 16 Wolff JL, Starfield B, Anderson G. *Prevalence, expenditures, and complications of multiple chronic conditions in the elderly*. Arch Intern Med 2002;162:2269-76 Doi: 10.1001/archinte.162.20.2269.
- 17 Beverly A, Kaye AD, Ljungqvist O, et al. *Essential elements of multimodal analgesia in enhanced recovery after surgery (ERAS) guidelines*. Anesthesiology Clin 2017;35:e115-43.
- 18 Hsu JR, Mir H, MK Wally, et al. *Clinical practice guidelines for pain management in acute musculoskeletal injury*. J Orthop Trauma 2019;33:e158-82.

L. Murena
C. Ratti
G. Giraldi
M. Dussi
G. Canton

Clinica Ortopedica e Traumatologica,
Ospedale di Cattinara, Azienda Sanitaria
Universitaria Integrata di Trieste, Italia

Le fratture di femore distale nel grande anziano

Distal femur fractures in the elderly

Riassunto

Le fratture dell'estremo distale del femore nell'anziano rappresentano un problema di difficile gestione per il chirurgo ortopedico. Le fratture del femore distale hanno un'incidenza annuale complessiva di 4,5 casi/100.000, dei quali il 50% coinvolge pazienti con età superiore a 70 anni, e sono un'importante causa di morbidità e mortalità nel paziente geriatrico. Il trattamento chirurgico precoce (entro 48 h) è associato a una riduzione della mortalità a 6 mesi e a 1 anno e riduce il rischio di complicanze legate all'immobilizzazione prolungata. Il fattore di rischio più importante per queste fratture è rappresentato dall'osteoporosi/osteopenia che predispone a eventi fratturativi anche per traumi a bassa energia. Nei pazienti anziani che riporta una frattura del femore distale non è infrequente il riscontro della presenza di mezzi di sintesi o impianti protesici che complicano il trattamento chirurgico. La scelta del trattamento dipende dalle caratteristiche intrinseche della frattura, dalla presenza di mezzi di sintesi o protesi a livello del femore e dalle condizioni del paziente. Il trattamento conservativo può essere considerato per fratture composte e per pazienti a elevato rischio operatorio non candidabili a intervento, ma deve essere soppesato attentamente il rischio correlato a una prolungata immobilizzazione.

Parole chiave: femore distale, fratture, anziano, fragilità

Summary

Distal femur fractures in the elderly, represent a problem of difficult management for the orthopedic surgeon. Distal femur fractures have an overall annual incidence of 4,5 cases/100.000, 50% of which occur in patients over 70 years of age, and represent an important cause of morbidity and mortality in the geriatric population. Early surgical treatment (within 48 hours) is related with reduction in mortality rate at 6 months and at 1 year and reduce the risk of complications related to a long-term immobilization. The most important risk factor for distal femur fractures is osteopenia/osteoporosis that predisposes to fracture by low energy trauma. In patients who reported a distal femur fracture, the presence of osteosynthesis devices or prosthetic implants is not infrequent and it complicate surgical treatment. The choice of treatment depends on the intrinsic characteristics of the fracture, on the presence of osteosynthesis devices or prosthesis in the femur and on the patient's condition. Conservative treatment can be considered for undisplaced fractures and for patients at high operative risk who are not candidates for surgery, but the risk related to prolonged immobilization must be weighed carefully.

Key words: distal femur, fractures, elderly, fragility

Introduzione

Le fratture del terzo distale del femore rappresentano un problema di difficile gestione per il chirurgo ortopedico, hanno un'incidenza annuale complessiva di circa 4,5 casi/100.000, dei quali il 50% coinvolge pazienti con età superiore ai 70 anni¹. Sono un'importante causa di morbidità e di mortalità nella popolazione geriatrica, con un tasso di mortalità del 16% a 6 mesi e del 30% a 1 anno dall'evento fratturativo; in letteratura è riportato che la presenza di artroprotesi di ginocchio e la presenza di significative comorbidità sono correlati a un aumento della mortalità²⁻⁴. Dalla letteratura emerge che il trattamento chirurgico precoce (entro 48 h) è correlato a una diminuzione del tasso di mortalità a 6 mesi e a 1 anno nella popolazione anziana, similmente a quanto accade per le fratture del femore prossimale, e consente

Indirizzo per la corrispondenza:

Luigi Murena

Clinica Ortopedica e Traumatologica,
Ospedale di Cattinara, Azienda Sanitaria
Universitaria Integrata di Trieste
luigi.murena@asuits.sanita.fvg.it

di ridurre il rischio di complicanze associato a immobilizzazione prolungata^{1 2 5}.

La maggior parte delle fratture da fragilità del femore distale è dovuta a un trauma a bassa energia in pazienti con osteopenia/osteoporosi, prevalentemente donne; il meccanismo più comune è un carico assiale diretto o, meno frequentemente, conseguente a forze torsionali/rotazionali sull'arto inferiore^{6 7}.

Dal punto di vista anatomico, coinvolgono la porzione metafisaria distale e condilare del femore e la deformità più tipica è rappresentata dall'accorciamento del segmento prossimale associato a estensione e deviazione in varo del segmento distale.

Clinicamente, si presentano con dolore, edema della porzione distale della coscia e del ginocchio, deformità articolare e impotenza funzionale totale dell'arto. Le lesioni vascolo-nervose associate, quali la lesione dell'arteria poplitea, sono rare per fratture da trauma a bassa energia⁶. Un sottogruppo delle fratture del femore distale è rappresentato dalle fratture periprotetische di ginocchio che hanno una prevalenza del 0,5-2,2%, che aumenta in modo direttamente proporzionale all'età e all'aumento delle protesi impiantate^{8 9}.

Classificazione

La classificazione più utilizzata per le fratture del femore distale è la classificazione AO-OTA che le suddivide in 3 gruppi:

- 33. Tipo A (fratture extra-articolari);
- 33. Tipo B (fratture articolari parziali);
- 33. Tipo C (fratture articolari).

La classificazione più utilizzata per le fratture periprotetische di ginocchio è quella di Rorabeck e Taylor [10, che considera la scomposizione della frattura e la stabilità della protesi, e suddivide le fratture periprotetische del femore distale in 3 gruppi:

- Tipo 1: frattura composta con protesi stabile;
- Tipo 2: frattura con scomposizione dei frammenti superiore a 5 mm o angolazione superiore a 5° con protesi stabile;
- Tipo 3: qualsiasi frattura sovracondilica con protesi mobilizzata.

Trattamento

Il trattamento delle fratture del terzo distale di femore nell'anziano può essere di tipo conservativo o chirurgico. Fratture semplici, composte ed extra-articolari possono essere trattate conservativamente con apparecchi gessati o tutori, così come fratture più complesse in pazienti aventi un aumentato rischio operatorio o con scarse richieste

funzionali, ma in questo caso deve essere soppesato attentamente il rischio connesso a una prolungata immobilizzazione e alle complicanze a essa correlate.

Il trattamento chirurgico è indicato per fratture scomposte e intra-articolari e ha come obiettivo il ripristino degli assi anatomico e meccanico del femore in termini di lunghezza, allineamento e rotazione, nonché il ripristino della congruenza della superficie articolare nel caso di fratture intra-articolari.

Esistono varie opzioni chirurgiche per il trattamento delle fratture del terzo distale del femore. Le tecniche più comunemente impiegate sono rappresentate dall'osteosintesi con chiodo endomidollare (retrogrado e anterograde) e l'osteosintesi con placca e viti, sia con riduzione aperta che a cielo chiuso (osteosintesi mini-invasiva con placca e viti o tecnica MIPO)^{5 6 11}.

Da alcuni autori è stata proposta la sostituzione protesica articolare di ginocchio in acuto per il trattamento di fratture distali del femore in pazienti anziani, ma al momento, il livello delle evidenze emergenti dalla letteratura non consente di considerarla un trattamento routinario¹².

Le difficoltà associate all'osteosintesi di fratture da fragilità sono dovute alle alterazioni strutturali e meccaniche che caratterizzano il tessuto osseo affetto da osteoporosi, lo sbilanciamento tra riassorbimento e formazione di tessuto osseo determina assottigliamento e aumento della porosità dell'osso corticale e riduzione della densità dell'osso spongioso riducendone la resistenza. L'esito del trattamento chirurgico dipende da vari fattori che includono le caratteristiche del paziente, il tipo di frattura e il rispetto dei tessuti molli che consente di preservare la fisiologica biologia della guarigione dell'osso. Da un punto di vista biomeccanico le difficoltà possono essere correlate a una comminazione metafisaria, alla presenza di frammenti articolari di piccole dimensioni e alla creazione di una sintesi troppo rigida o poco stabile che riduce la capacità di presa delle viti nell'osso affetto da osteoporosi con il rischio di un fallimento dell'impianto¹³. Altro aspetto da considerare è la presenza di mezzi di sintesi o impianti protesici (artroprotesi d'anca o ginocchio) che si riscontra non di rado nella popolazione anziana che riporta una frattura del terzo distale di femore e che complica il trattamento chirurgico limitando talvolta le opzioni terapeutiche. In questi casi, per fratture scomposte in pazienti in condizioni cliniche che consentano un trattamento chirurgico, un corretto planning è fondamentale in quanto risulta importante evitare la formazione di segmenti di minor resistenza nell'osso indenne interposto tra gli impianti, che aumentano il rischio di ulteriori fratture¹⁴ (Fig. 1).

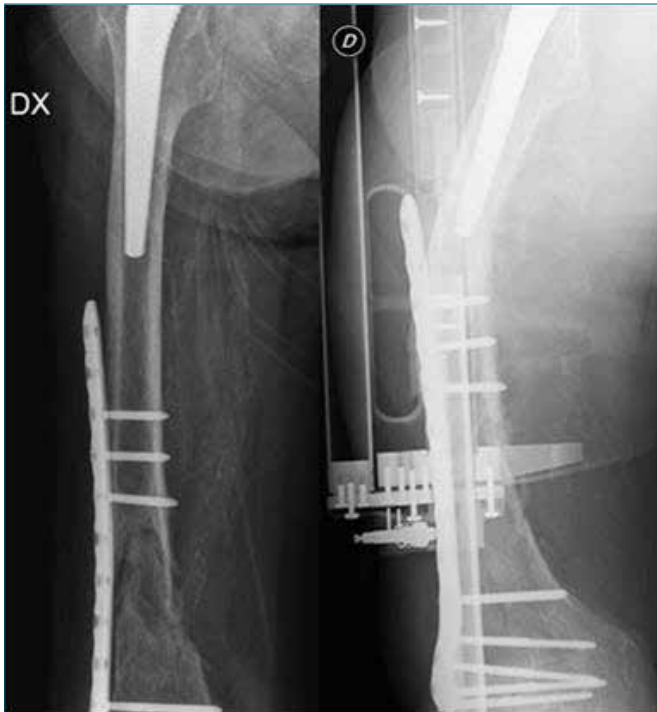


Figura 1. Uomo di 85 anni trattato con osteosintesi con placca e viti per frattura sovracondilica su endoprotesi d'anca omolaterale con placca troppo corta, a destra radiografia che dimostra rifrattura a 7 mesi dalla sintesi per trauma a bassa energia.

Osteosintesi con chiodo endomidollare

L'osteosintesi con chiodo endomidollare è indicata per fratture AO/OTA tipo A con porzione di femore distale intatto di dimensioni sufficienti per l'alloggiamento delle viti di bloccaggio distale e per fratture intra-articolari composte o minimamente scomposte. Il vantaggio di questa tecnica risiede nella possibilità di effettuare una riduzione della frattura a cielo chiuso e di essere un approccio mini-invasivo che consente di rispettare la biologia e quindi la guarigione dell'osso. L'impiego di chiodi endomidollari risulta impossibile in presenza di certi tipi di protesi d'anca e ginocchio e in caso di ostruzione del canale midollare da parte di mezzi di sintesi (chiodi, viti).

Chiodo anterogrado. L'osteosintesi con chiodo anterogrado è attualmente poco impiegata per il trattamento delle fratture distali del femore. Per consentirne l'impiego, la rima di frattura deve essere situata almeno 5 cm prossimalmente alla superficie articolare e almeno a 3 cm dalla vite prossimale di bloccaggio distale del chiodo per consentirne un'adeguata fissazione. Per massimizzare la stabilità è necessario che il chiodo scenda il più distalmen-

te possibile a livello dei condili e, se impiegata per il trattamento di fratture composte con interessamento articolare, queste devono essere stabilizzate con viti libere prima dell'inserimento per prevenirne la scomposizione^{5 11}.

Chiodo retrogrado. Il chiodo retrogrado è attualmente il mezzo di osteosintesi endomidollare più impiegato per il trattamento delle fratture del terzo distale di femore.

Rispetto alla sintesi anterograda, la sintesi retrograda è più comunemente impiegata perché consente un controllo intraoperatorio più agevole su frammenti distali di piccole dimensioni e facilita la riduzione se rispettato il corretto punto d'ingresso, inoltre i moderni chiodi retrogradi hanno design che offrono multiple opzioni per il bloccaggio distale che ne determinano l'impiego preferenziale nella pratica clinica. L'osteosintesi con chiodo retrogrado è comunemente impiegata anche per il trattamento di fratture periprotetiche di ginocchio, in quanto la maggior parte dei moderni design protesici presenta un box aperto femorale che ne consente il passaggio^{5 11 14} (Fig. 2).

Osteosintesi con placca e viti

L'osteosintesi con placca e viti è indicata per tutti i tipi di frattura del femore distale (AO/OTA tipo A, B e C). In letteratura è riportata la possibilità di utilizzare vari dispositivi per il trattamento delle fratture di femore distale nel paziente anziano, quali le placche in compressione convenzionali, i dispositivi ad angolo fisso e il sistema DCP (*Dynamic Condylar Screw, Synthes, CH*), ma i moderni orientamenti indirizzano verso l'utilizzo delle placche e viti con tecnologia locking. La tecnica di fissazione con placca convenzionale si basa sul contatto all'interfaccia osso-placca per creare stabilità, questo però comporta un danno periostale da compressione o la necessità di una deperiostizzazione estesa che influisce negativamente sulla vascolarizzazione dell'osso. La tecnologia delle plac-



Figura 2. a) Donna di 93 anni con frattura periprotetica di ginocchio conseguente a trauma a bassa energia, b) controllo radiografico a 6 mesi di osteosintesi con chiodo retrogrado.

che di ultima generazione è basata sul bloccaggio delle viti sulla placca per formare un costrutto stabile, creando un angolo fisso su ciascun foro a livello del quale la testa della vite si aggancia tramite vari meccanismi di bloccaggio. Il vantaggio di questo sistema risiede nel fatto che le placche non necessitano di essere compresse sull'osso, ma si comportano come dei fissatori interni, riducendo il danno periostale e quindi ottimizzando le condizioni biologiche per la guarigione della frattura. Le placche moderne consentono l'uso simultaneo di viti a stabilità angolare (monoassiali o poliassiali a seconda degli impianti utilizzati) e viti corticali. Questa fissazione ibrida consente di ottenere compressione interframmentaria mediante l'utilizzo eccentrico delle viti nei fori della placca o tramite l'impiego di viti lag in fratture semplici, e allo stesso tempo di utilizzare viti a stabilità angolare che hanno il vantaggio di avere una fissazione migliore nell'osso affetto da osteoporosi, in quanto aumenta la resistenza al pull-out delle viti⁵⁻⁶.

Il vantaggio principale dell'osteosintesi con placca e viti è la sua versatilità, può essere infatti impiegata anche nei casi in cui l'osteosintesi con chiodo endomidollare risulta impossibile, come in presenza di protesi d'anca e alcuni tipi di protesi di ginocchio, o in presenza di mezzi di sintesi che ostruiscono il canale midollare (Fig. 3).

Può essere effettuata attraverso un approccio laterale standard o tramite un approccio mini-invasivo (tecnica MIPO). Per fratture extra-articolari semplici che possono essere ridotte per manovre esterne è possibile effettuare una tecnica MIPO, mentre in caso di fratture complesse questo può non essere praticabile.

Generalmente per fratture intra-articolari l'osteosintesi viene effettuata a cielo aperto in quanto un'accurata ridu-

zione dei frammenti risulta imperativa, o in alternativa, è possibile utilizzare un approccio combinato mini-invasivo prossimale diafisario e a cielo aperto distale epifisario¹⁴.

Trattamento delle fratture femorali distali periprotetiche di ginocchio

Le fratture femorali distali periprotetiche sono fratture difficili da trattare che necessitano di competenze avanzate in chirurgia traumatologica e protesica.

L'obiettivo del trattamento è quello di ottenere un ginocchio stabile senza malallineamento residuo. La scelta del trattamento dipende dall'integrazione della componente femorale, dal tipo di frattura, dalle condizioni del paziente e dalla presenza di altri impianti a livello del femore prossimale.

Il trattamento conservativo con apparecchi gessati o tutori è indicato per fratture composte o per pazienti non candidabili a intervento chirurgico.

Sono possibili varie soluzioni chirurgiche per il trattamento delle fratture periprotetiche del femore distale e la scelta del trattamento dipende dalla stabilità dell'impianto.

Con componente femorale fissa è possibile eseguire un intervento di osteosintesi. L'osteosintesi con chiodo retrogrado è possibile per la gran parte dei design femorali in caso di fratture con adeguato bone stock per l'alloggiamento delle viti di bloccaggio distale, mentre non risulta indicato in presenza di mezzi di sintesi o steli protesici a livello femorale prossimale, in quanto si verrebbe a creare una zona di minor resistenza a livello degli impianti a rischio di frattura.

L'osteosintesi con placca e viti locking può essere utilizzata per trattare fratture molto distali o in presenza di mezzi di sintesi/componenti protesiche prossimali avvalendosi per la fissazione prossimale di cerchiaggi o viti monocorticali. La revisione protesica è indicata in fratture molto distali e comminute nelle quali un'adeguata fissazione non risulta ottenibile e, in questi casi, l'impianto di componenti protesiche femorali dotate di stelo di ancoraggio consentono di ottenere una fissazione stabile, permettendo al paziente una mobilizzazione e carico precoci. In presenza di un bone-stock metafisario inadeguato una procedura di revisione protesica di base può non essere sufficiente e, in questi casi, l'utilizzo di protesi vincolate associate o meno a innesti può rendersi necessario⁸⁻¹⁰.



Figura 3. a) Donna di 84 anni con frattura tipo C (AO/OTA) del femore distale su chiodo lungo omolaterale conseguente a trauma a bassa energia, b) controllo radiografico postoperatorio di osteosintesi con viti lag e placca stabilizzata con viti e cerchiaggi tramite un approccio laterale standard, c) controllo radiografico a 10 mesi.

Complicanze e outcomes

Le principali complicanze correlate all'osteosintesi delle fratture del femore distale riportate in letteratura sono rappresentate da infezione, pseudoartrosi e fallimento della

sintesi.

In una review condotta da Zlowodzki e colleghi sul trattamento delle fratture del femore distale con osteosintesi, non sono emerse differenze statisticamente significative tra osteosintesi con chiodo retrogrado e placca locking per incidenza di pseudoartrosi (5,3 vs 5,5%), fallimento della sintesi (3,2 vs 4,9%), rischio di re-intervento (24 vs 16,2%), e tasso di infezioni profonde (0,4 vs 2,1%)¹⁵.

Per fratture del femore distale trattate con sostituzione protesica totale del ginocchio in acuto, è stata osservata una mortalità a 1 anno del 20%, un rischio di frattura periprotetica del 2,4% e un tasso di revisione a 1 anno del 3,4%¹².

In una review sul trattamento con osteosintesi delle fratture periprotetiche di ginocchio, condotta da Herrera e colleghi, è stato riportato un tasso di pseudoartrosi del 9%, un tasso di fallimento della sintesi del 4%, un tasso di infezione del 3%, un tasso di reintervento del 13%, senza differenze negli outcomes tra osteosintesi con chiodo retrogrado e con placca locking¹⁶.

Conclusioni

Le fratture del femore distale nell'anziano sono impegnative da trattare e gravate da elevati tassi di mortalità e morbilità. In mani esperte, con una corretta indicazione chirurgica, un intervento precoce consente di ottenere un outcome soddisfacente nella maggior parte dei casi; trattandosi di fratture osteoporosi correlate, l'ortopedico ha il compito di inquadrare e trattare la fragilità scheletrica, avviando una terapia farmacologica adeguata.

Bibliografia

- 1 Myers P, Laboe P, Johnson KJ, et al. *Patient mortality in geriatric distal femur fractures*. J Orthop Trauma 2018;32:111-5.
- 2 Athar SM, Fazal MA, Hassan M, et al. *Distal femoral fractures in the elderly: does early treatment with locking plates reduce mortality rates?* Clin Res Open Access 2017;3(1).
- 3 Streubel PN, Ricci WM, Wong A, et al. *Mortality after distal femur fractures in elderly patients*. Clin Orthop Relat Res 2011;469:1188-1196.
- 4 Jordan RW, Chahal GS, Davies M, et al. *A comparison of mortality following distal femoral fractures and hip fractures in an elderly population*. Adv Orthop Surg, vol. 2014, Article ID 873785, 4 pages, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/873785>.
- 5 Ehlinger M, Ducrot G, Adam P, et al. *Distal femur fractures. Surgical techniques and a review of the literature*. Orthop Traumatol Surg Res 2013;99:353-60.
- 6 Link BC, Babst R. *Current concepts in fractures of the distal femur*. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 2012;79:11-20.
- 7 Kammerlander C, Riedmüller P, Gosch M, et al. *Functional outcome and mortality in geriatric distal femoral fractures*. Injury 2012;43:1096-101.
- 8 Johnston AT, Tsiridis E, Eyres KS, et al. *Periprosthetic fractures in the distal femur following total knee replacement: a review and guide to management*. Knee 2012;19:156-62.
- 9 Nauth A, Ristevski B, Bégué T, et al. *Periprosthetic distal femur fractures: current concepts*. J Orthop Trauma. 2011;25 Suppl 2:S82-5.
- 10 McGraw P, Kumar A. *Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty*. J Orthop Traumatol 2010;11:135-41.
- 11 Obakponovwe O, Kallala R, Stavrou PZ, et al. *The management of distal femoral fractures: a literature review*. Orthop Trauma, Volume 26, Issue 3, June 2012, Pages 176-183.
- 12 Senthilkumaran S, MacDonald DRW, Rankin I, et al. *Total knee arthroplasty for distal femoral fractures in osteoporotic bone: a systematic literature review*. Eur J Trauma Emerg Surg 2019 Feb 28.
- 13 Yaacobi E, Sanchez D, Maniar H, et al. *Surgical treatment of osteoporotic fractures: An update on the principles of management*. Injury 2017;48 Suppl 7:S34-S40.
- 14 Piétu G, Ehlinger M. *Minimally invasive internal fixation of distal femur fractures*. Orthop Traumatol Surg Res. 2017;103:S161-9.
- 15 Zlowodzki M, Bhandari M, Marek DJ, et al. *Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005)*. J Orthop Trauma 2006;20:366-71.
- 16 Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, et al. *Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: systematic review of 415 cases (1981-2006)*. Acta Orthop 2008;79:22-7.

D. Anticevic^{1,2}
O. Kubat³

¹ St. Catherine Speciality Hospital, Zagreb, Croatia; ² University of Osijek, Croatia; ³ Department of Orthopaedic Surgery, Clinical Hospital Centre, Zagreb, Croatia

Pathological fractures of the femoral neck

Le fratture patologiche del collo del femore

Summary

Location of pathologic fracture in proximal femur and femoral neck is unique. This region is susceptible for fracture through benign or malignant bone lesion due to special biomechanical circumstances and weight-bearing. Numerous attempts are made to identify radiographic predictors of lesion with the risk for fracture. Contemporary treatment should be individually tailored to the size, specific location and availability of bone stock for purchase. Biopsy is mandatory in any case, but the timing of biopsy depends on radiographic and magnetic resonance appearance. Currently, treatment comprises precutaneous technique of curettage, mechanical disruption of the cyst walls, bone grafting or substitutes and in the case of unstable fracture fixation with variety of internal devices (flexible intramedullary nailing, screws, angle plate, plate and screws) and external fixation.

Key words: neck of the femur, pathological fracture, cystic lesion

Parole chiave: collo del femore, fratture patologiche, lesione cistica

Introduction

Since the first report on simple bone cyst by Virchow in 1876 and later with more detailed description by Jaffe and Lichtenstein in 1942, its aetiology remains unknown, natural history is unpredictable and the best treatment is controversial^{1,2}. Consequently, the term “simple” bone cyst could be misleading. In addition, due to the fact that many authors preferred unicameral bone cyst (UBC) this term will be used. In contrast to adults, the most common cause of pathological fractures (PF) in children is existing benign bone lesion. Among benign bone lesions in children, UBC is the first cause of pathological long bone fracture². Correct and timely diagnosis is an imperative in the case of PF through cystic lesion of the long bone, because diagnosis can be a trap^{3,4}. Although, UBC is benign condition, localisation in femoral neck deserves special attention as this anatomical area is biomechanically susceptible for fracture. This review has focus on problems that can occur with localisation of UBC in femoral neck and proximal femur.

Definition

The bone that is weak and remodelled with reduced or altered mechanical and visco-elastic properties is called pathological bone. Fracture through pathologic bone is PF. Minor trauma or routine physiological activities can induce PA. Causes that produce the weak bone could be systemic or focal. This brings the concept of PF's underlying pathology which could be benign or malignant. Malignant underlying pathology of PF is life-threatening condition and deserves urgent measures^{3,4}.

Background

In the past decades two questions emerged concerning UBC:

1. do we have the best treatment option that will result in prevention of PF and cyst healing?⁵⁻¹¹;

Indirizzo per la corrispondenza:

Darko Anticevic

St. Catherine Speciality Hospital
darko.anticevic@gmail.com

2. is the risk of fracture through UBC predictable? ¹²⁻¹⁶.

Two major features of UBC can influence risk of the fracture through UBC: location and the size of UBC. Location of UBC in long bone of lower extremity is more prone to PF due to weight-bearing, increased mechanical load and stress. Additionally, diaphyseal UBC is more likely to heal after fracture and has better response to local methylprednisolone acetate injection (Scagletti procedure) ². In contrast, proximal humeral and femoral neck (methaphyseal) UBC pathological fractures are less likely to heal due activity of growth plate and better vascular supply in metaphyseal region. Therefore, those cysts are called "active" cyst and they warrant more "aggressive" treatment (Fig. 1a-d). In the late pubertal age and in adulthood UBC became inactive.

Early reports

The first study from Rizzoli Orthopaedic Institute was presented comes at EPOS Annual meeting in 1994 in Portugal. Soncini et al. described treatment of PF of femoral neck in 15 children with underlying pathology: UBC (8 patients); fibrous dysplasia (3), osteogenesis imperfecta (2); osteomyelitis (1) and Gaucher disease (1) ⁵. It is of interest to note that prior occurrence of the PF initial treatment was Scagletti procedure in four patients and curettage and graft in three patients ⁵. They concluded that an extensive lesion need to be stabilized surgically by a plate and screws secured into the healthy bone ⁵. Similar study was performed in Children's Hospital of Philadelphia and presented at EPOS Annual meeting in 2002 in Istanbul by Dormans et al. ⁶. They studied 25 children with benign bone lesions in proximal femur with ABC (11 patients); UBC (9); non-ossifying fibromas (3) and fibrous dysplasia (2) ⁶. Based on their experience, authors recommended that large lesions should be treated with open intralesional biopsy, curettage, bone grafting and internal fixation ⁶. Although, distinction between large and small lesions was not given, authors suggest same treatment protocol for small lesions but without internal fixation ⁶. A study from Czech Republic suggested that PF after UBC are usually treated non-operatively, but proximal femur should be exception because muscular forces around hip joint, weight-bearing and frequent complications due to instability ⁷. Havranek et al. recommend internal fixation as solution. Mayo clinic experience was presented by Shradler MW et al. describing 15 children with PF of the femoral neck ⁸. They found eight different underlying pathological entities with only two patients with UBC. However, authors concluded that complications can occur even with appropriate treatment and that prophylactic fixation before PF would be ideal ⁸. The second study from Rizzoli Ortho-

paedic Institute comes in 2009 by Ruggieri et al. ⁹. In their paper they described 752 tumours around hip joint (proximal femur and pelvic bone) with UBC in 255 patients and 251 in the proximal femur as the most common lesion ⁹. They did not give much detail on treatment UBC of femoral neck, but emphasized that the proximal femur is at high risk of fracture. Authors suggested retrograde elastic intramedullary nailing as method of preventing PF by and cyst healing ⁹. This approach will have synergy of adding stability and decompression effect for the cyst.

It is obvious from previous review that UBC in femoral neck and/or proximal femur deserves special attention and prophylactic surgery with internal fixation to prevent PF. However, it was not clear which additional measures should improve results as far as cyst healing is concerned. The study of Canavese et al. compared three methods i.e. percutaneous curettage (10 patients), steroid (17) and autologous bone marrow (19) injections for treatment of UBC in humerus (33 patients), femur (12) and radius (1) ¹⁰. They used Neer/Cole rating system and grades I and II were considered as good results at two year postoperatively. Author's preliminary data suggested that percutaneous curettage may provide better healing of UBC ¹⁰. Kundu et al. reported on 16 patients, average age 23,3 years (seven patients were between 14 and 21 years) having benign lytic lesions of the femoral neck (no patient with UBC) treated with extended curettage and sartorius muscle pedicle bone grafting ¹¹. In this series was only one recurrence, other 15 lesions healed with mean follow-up of 32 months.

Risk of fracture

It would be more prudent that management approach for UBC in femoral neck include prevention of PF. With this in mind, following paragraphs will review efforts to find suitable predictor for the cyst at risk of fracture.

Kaelin and MacEwen studied the size of the UBC in terms of predicting PF ¹². They analysed UBC in 57 patients and devised "cyst index" as measure of cyst size progression and the risk of fracture warranting prophylactic treatment ¹². Cyst index (CI) is relationship between the radiographic area of the cyst divided with diameter of the diaphysis squared. Average CI in femoral fractures was 4,7 (SD=1,9) ¹². The lowest limit of CI is 3,5 for PF in the proximal femur and surgical treatment should be considered when UBC is located in the femoral neck, in particular ¹². Age, site, size, degree of loculation and cortical erosion and the stage of the cyst in 75 children with 52 PF secondary to UBC were analysed by Ahn and Park ¹³. In their study among others localisation, there were 36 cysts in proximal humerus with 33 (92%) PF and 21 cysts in prox-



Figure 1. a-b) Radiographs of an active UBC of the femoral neck in a boy of six years of age in anterior-posterior and profile projections. Note thin cyst cortices. c) One month post biopsy, curettage, bone marrow instillation and bone graft. d) Pathological fracture occurred after active cyst recurrence and because internal fixation was not added to initial surgery (not recommended at present time).

imal femur with 11 (52%) PF¹³. Results showed that in every case of PF the percentage of bone occupied by the cyst in the transverse plane was more than 85% in both anteroposterior and lateral radiographs¹³. As predictor of PF cyst index was questioned in 2007 by Vasconcellos et al. They analysed 32 children with 19 UBC in humerus and 13 in femur¹⁴. On the basis of study results, they concluded that CI does not appear to be useful clinical measure, because poor diagnostic performance in predicting fracture, low intra- and inter-observer reliability and amount of time needed for calculation¹⁴. They suggested that better models need to be developed to recognize UBC at risk of PF, including upper or lower extremity localisation, activity level of the child and thickness of the cortex adjacent to UBC¹⁴. Furthermore, two advanced imaging modalities were used to predict PF. In a study of Snyder et al. quantitative computed tomography (qCT) in 18 patients with PF at presentation and 18 patients who taught to be at risk but with no PF for at least two years were used as an imaging tool¹⁵. Localisation was in femur in 8 PF group and 12 non-PF group. Benign underlying cystic pathology comprised of following conditions: non-ossifying fibroma (18 patients), UBC (14), aneurysmal bone cyst- ABC (2) and fibrous dysplasia (2)¹⁵. Despite some limitations of their study e.g. relatively large dose of radiation as it uses normal contra-lateral bone for comparison; sophisticated algorithm and knowledge of structural mechanics; authors concluded that biomechanical parameters as ratio of bending rigidities and ratio of torsional rigidities are significantly different between two groups⁵. They recommend qCT as more accurate method (97%) for predicting PF through benign bone lesions in children¹⁵. Pireau et al. analysed fracture risk of UBC by comparing three parameters on magnetic resonance imaging (MRI) and standard radiographs¹⁶. They studied the bone cyst index, the bone cyst diameter and the minimal cortical thickness on

30 humeral and 5 femoral cysts by two independent reviewers¹⁶. The bone cyst index was found to be the best predictor for the risk of fracture on T1-weighted MRI¹⁶. However, other questions still exist in relation to UBC in proximal femur e.g. prevention of possible cyst recurrence and re-fracture¹⁷; influence of PF on healing time or frequency of cyst recurrence¹⁸. If patient is presenting with PF of femoral neck, stability of fracture is main concern due to the fact that proximal fragment displacement has a risk of complications e.g. coxa vara, avascular necrosis of femoral head and femur shortening. It is obvious that internal fixation is mandatory. The problem is that in certain circumstances there is no enough bone stock for purchase (Fig. 2 a-c).

Risk of re-fracture through UBC of the proximal femur was studied by Norman-Taylor et al. who treated 20 patients with traction or traction and hip spica cast because they find difficult to fix the fracture internally when there is extensive loss of bone¹⁷. Out of 20 fractures eight were displaced and three healed with coxa vara, coxa vara with avascular necrosis and coxa breva, respectfully. In twelve non-displaced fractures six patients had re-fractures resulting from reactivation of the cyst¹⁷. Out of those six patients with re-fractures four had complications, two patients had coxa vara and two short femur. Authors concluded that displaced and non-displaced PF of the proximal femur should be protected from re-fractures for many years until solid healing is being achieved¹⁷. For this purpose flexible intramedullary nails could be suitable choice¹⁷. This study is showing outcome of non-surgically treated PF of proximal femur in children and urging for internal fixation to protect bone from re-fracture and other complication.

Current treatment

A group from South Korea, Cha et al. compared two

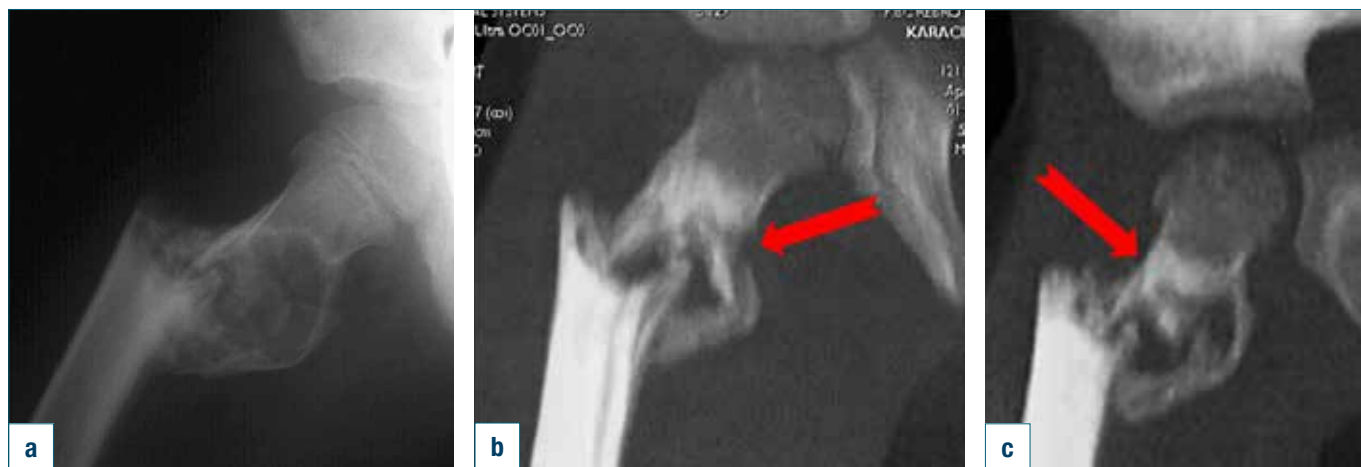


Figure 2. a) Radiograph presenting subtrochanteric pathologic fracture of proximal femur involving femoral neck in some part. PF in a boy of seven year of age occurred after Scagletti procedure and no restriction of weight-bearing (not recommended). b-c) Computerized tomography of PF for better visualization of displacement and rotation of fragments.

groups of patients with UBC in proximal femur treated by flexible intramedullary nails¹⁸. Two groups had minimum follow-up time of 8 years; the first group – 25 patients with PF in proximal femur (four cysts in femoral neck) and the second group – 29 patients (seven cysts in femoral neck) without fracture¹⁸. Patients were examined whether there were difference in healing time, frequency/timing of recurrence and complications¹⁸. Authors concluded that there is no difference in healing time and frequency of recurrence whether PF had occurred before intramedullary nailing of UBC in proximal femur¹⁸. With regard to cysts in femoral neck no specifics are given. Seven surgically treated children with PF through UBC in subtrochanteric femoral region were analysed by Vigler et al.¹⁹. Those fractures were caused by trivial trauma in six children and three fractures had full displacement and other mild displacement with spiral type of fracture. Authors suggest that although flexible intramedullary nailing could stabilize fractures, for the large cyst in proximal femur more stable fixation may be necessary¹⁹. Various fixation methods were utilized: angle plate (3 patients), screws and side plate (3 patients) and external fixation in one patient. Study results support curettage, bone grafting and PF fixation with more stable internal devices¹⁸. Extensive review of PF in children with benign or malignant bone lesions is presented by De Mattos et al. from Philadelphia²⁰. They emphasized that in case of UBC with unstable PF or in weight-bearing bone, surgery should proceed sooner. If not treated properly PF in proximal femur can cause varus deformity and avascular necrosis²⁰. Plain radiographs are initial imaging of choice, but when lesion appears malignant in radiographs, the biopsy should not be delayed.

Conclusion

Evolution of understanding and treatment approach of UBC in the proximal femur will continue. Special attention is needed for this location of UBC because weight-bearing forces and biomechanically circumstances region is susceptible for PF. Full attention to details on radiographs should be given to exclude possibility of malignant lesion which is life threatening problem. Radiographic predictors of impending PF through the cyst are not fully reliable. Current trend of treatment is percutaneous technique of mechanical disruption of the cyst membrane and use of calcium sulphate substitute for osteoconduction and for proximal femur internal fixation with various techniques depending on the size and location of the cyst²⁰. Unstable PF and large UBC of proximal femur should be stabilized by internal means after biopsy, curettage with disruption of cyst walls and bone grafting (or substitutes).

References

- 1 Jaffe HL, Lichtenstein L. *Solitary unicameral bone cyst with emphasis on the roentgen picture, the pathologic appearance and the pathogenesis.* Arch Surg 1942;44:1004-25.
- 2 Bensahel H, Jehanno P, Desgrippes Y, et al. *Solitary bone cyst: Controversies and treatment.* J Pediatr Orthop B 1998;7:257-61.
- 3 Canavese F, Samba A, Rousset M. *Pathological fractures in children: diagnosis and treatment options.* Orthop Traumatol Surg Res 2016;102:S149-59.
- 4 Bhagia SM, Grimer RJ, Davies AM, et al. *Ewing's sarcoma presenting as a solitary bone cyst.* Skeletal Radiol 1997;26:722-4.

- ⁵ Soncini G, Andrisano A, Calderoni P, et al. *The surgical treatment of pathological femoral neck fractures in children*. Proceedings of 13th EPOS meeting, Porto, April 1994 p. 45.
- ⁶ Dormans J, Erol B, Vari G, Tamai J. *The treatment of pathologic fractures of the proximal femur in children: a new classification with corresponding treatment implications*. Proceedings of 21st EPOS meeting, Istanbul, April 2002 p.021.
- ⁷ Havranek P, Pesl T, Bartonicek J. *Pathologic proximal femoral fractures in children in an unicameral bone cyst*. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 2005;72:282-6.
- ⁸ Shrader WM, Schwab JH, Shaughnessy WJ, et al. *Pathologic femoral neck fractures in children*. Am J Orthop 2009;38:83-6.
- ⁹ Ruggieri P, Angelini A, Montalti M, et al. *Tumors and tumor-like lesions of the hip in the paediatric age: a review of the Rizzoli experience*. Hip Internat 2009;19(Suppl 6):S35-45.
- ¹⁰ Canavese F, Wright JG, Cole WG, et al. *Unicameral bone cyst. Comparison of percutaneous curettage, steroid, and autologous bone marrow injections*. J Pediatr Orthop 2011;31:50-5.
- ¹¹ Kundu ZS, Gogna P, Sangwan SS, et al. *Benign lytic lesions of the femoral neck: mid-term results of extended curettage and sartorius muscle pedicle bone grafting*. Arch Ortho Trauma Surg 2013;133:457-62.
- ¹² Kaelin AJ, MacEwan GD. *Unicameral bone cysts. Natural history and the risk of fracture*. Int Orthop 1989;13:275-82.
- ¹³ Ahn JI, Park JS. *Pathological fractures secondary to unicameral bone cyst*. Int Orthop 1994;18:20-2.
- ¹⁴ Vasconcellos DA, Yandow S, Grace AM, et al. *Cyst index. A nonpredictor of simple bone cyst fracture*. J Pediatr Orthop 2007;27:307-10.
- ¹⁵ Snyder BD, Hauser-Kara DA, Hipp JA, et al. *Predicting fracture through benign skeletal lesions with quantitative computed tomography*. J Bone Joint Surg 2006;88:55-70.
- ¹⁶ Pireau N, de Gheldere A, Mainard-Simard L, et al. *Fracture risk in unicameral bone cyst. Is magnetic resonance imaging a better predictor than plain radiography?* Acta Orthop Belg 2011;77:230-8.
- ¹⁷ Norman-Taylor FH, Hashemi-Nejad A, Gillingham BL, et al. *Risk of refracture through unicameral bone cyst of the proximal femur*. J Pediatr Orthop 2002;22:249-54.
- ¹⁸ Cha SM, Shin HD, Kim KC, et al. *Does fracture affect the healing time of frequency of recurrence in a simple bone cyst of the proximal femur?* Clin Orthop 2014;472:3166-76.
- ¹⁹ Vigler M, Weigl D, Schwarz M, et al. *Subtrochanteric femoral fractures due to simple bone cyst in children*. J Pediatr Orthop B 2006;15:439-42.
- ²⁰ De Mattos CBR, Binitie O, Dormans JP. *Pathological fractures in children*. Bone Joint Res 2012;1:272-80.

F. Canavese¹
F. Alberghina²
A. Dimeglio³
A. Andreacchio²

¹ Service de Chirurgie Infantile Centre Hospitalier Universitaire Estaing Clermont, Ferrand, Francia; ² Reparto di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica Ospedale Infantile "Regina Margherita", Torino, Italia; ³ Service de Chirurgie Orthopédique Clinique St. Roch, Montpellier, Francia

Le fratture extra-articolari della parte prossimale del femore nei bambini, trattate con inchiodamento endomidollare elastico

Proximal femur fractures in children treated by elastic stable intramedullary nailing

Riassunto

Le fratture extra-articolari della parte prossimale del femore (Extrarticular Proximal Femur Fracture: EPFF), nei bambini e negli adolescenti, sono molto più rare delle fratture della diafisi femorale e oscillano, approssimativamente, tra il 4-17% delle fratture del femore nei pazienti in età pediatrica. Le classificazioni proposte sono numerose. Tuttavia, a prescindere dalla classificazione adottata, le EPFF sfidano terapeuticamente il chirurgo ortopedico per l'instabilità, il rischio elevato di scomposizione e la ridotta superficie ossea, tra la rima della frattura e il collo del femore, la qual cosa limita la scelta dei mezzi di osteosintesi. L'inchiodamento endomidollare elastico stabile, nei bambini, consegue dei risultati clinici e radiografici apprezzabili, limita la durata dei ricoveri, permette la mobilizzazione relativamente precoce dell'arto fratturato e ha un tasso di complicazione ridotto.

Parole chiave: fratture della parte prossimale del femore, frattura sotto-trocanterica, Inchiodamento Endomidollare Elastico Stabile, bambini

Summary

Extra-articular proximal femur fractures (EPFF) are far less frequent than diaphyseal fractures and account for between 4 and 17% of all pediatric femoral fractures. Several classifications have been described, but very few studies focused on pediatric patients. Regardless of the classification used, EPFF represent a challenge for the treating surgeon because of their intrinsic instability, the potential for displacement and the reduced bone surface between the femoral neck and fracture, which limits implant choice. Good radiological and clinical (low rate of complications, short hospital stay, early mobilization) outcomes following surgical treatment by Elastic Stable Intramedullary Nailing should be expected in children with displaced EPFF.

Key words: proximal femur fractures, sub-trochanteric fracture, Elastic Stable Intramedullary Nailing, children

Introduzione

Le fratture extra-articolari della parte prossimale femore (*Extrarticular Proximal Femur Fracture*: EPFF), nei bambini e negli adolescenti, sono molto più rare delle fratture della diafisi femorale e oscillano, approssimativamente, tra il 4% ed il 17% delle fratture del femore nei pazienti in età pediatrica¹⁻³. La definizione anatomica imprecisa e diffusa di *frattura extra-articolare del femore prossimale* spiega, in parte, tale variabilità epidemiologica; infatti, in base ai dati di letteratura, tale definizione ingloba le fratture del terzo prossimale del femore, le fratture del terzo prossimale della diafisi femorale e le fratture situate non oltre 2-5 cm sotto il piccolo trocantere.

Tuttavia, a prescindere dalla classificazione di scelta, le EPFF rappresentano la sfida terapeutica del chirurgo ortopedico, causa la loro instabilità e il rischio elevato di scomposizione (vedi Meccanismo traumatico e Classificazione)^{1,4}.

Indirizzo per la corrispondenza:

Federico Canavese

Service de Chirurgie Infantile
Centre Hospitalier Universitaire Estaing
1, place Lucie et Raymond Aubrac
63003 Clermont Ferrand (Francia)
canavese_federico@yahoo.fr

Le opzioni terapeutiche per il trattamento delle EPFF, utilizzate con successo nei bambini, sono svariate: la trazione scheletrica e l'applicazione di un gesso pelvi-pedidio è spesso il trattamento di scelta nei bambini in più tenera età, mentre la fissazione esterna, l'utilizzo di placche sub-muscolari o l'inchiodamento endomidollare sono, in genere, le opzioni riservate ai bambini più grandicelli e agli adolescenti⁵⁻¹⁰. L'Inchiodamento Endomidollare Elastico Stabile (*Elastic Stable Intramedullary Nailing*: ESIN) è considerato il trattamento di scelta delle fratture diafisarie di femore in pazienti di età compresa tra i 6 e i 12-15 anni, e di peso inferiore ai 50 kg. Tuttavia, il ruolo e i limiti di tale trattamento chirurgico, nei bambini con EPFF, non sono noti.

Lo scopo del presente lavoro è di discutere le indicazioni chirurgiche, i vantaggi, i limiti e le complicazioni eventuali dell'ESIN in bambini con EPFF.

Meccanismo Traumatico

Le EPFF nel bambino sono rare. Sono causate nella maggior parte dei casi da traumi a elevata energia, ad esempio quelli dovuti a incidenti stradali o conseguenti a cadute dall'alto. Le lesioni concomitanti muscolo-scheletriche, tra cui le lesioni dell'anello pelvico e le fratture dell'acetabolo, nonché le lussazioni omolaterali dell'anca, sono possibili e devono pertanto essere ricercate.

Nei bambini con anomalie della struttura ossea, i traumi a bassa energia, ad esempio cadute lievi o infortuni sportivi, possono causare una EPFF patologica. Sono altresì descritte le EPFF che sopraggiungono nelle settimane seguenti la rimozione dei mezzi di sintesi (osteotomia del femore prossimale)^{2,11-13}.

Nel caso di una EPFF, le forze che agiscono sul frammento di femore prossimale e su quello distale sono molteplici. In particolare, l'*Ileo-Psoas* sposta il frammento prossimale della frattura in flessione e in rotazione esterna, mentre il *Gluteo Medio* lo scompone, tirandolo in abduzione^{4,5}. Inoltre, il *Quadricipite Femorale*, i muscoli *Ischiatici* e gli *Adduttori* sono responsabili dell'accorciamento e della scomposizione in abduzione della diafisi femorale. A queste forze, che agiscono simultaneamente, si devono aggiungere le forze torsionali, di entità variabile, che scomporgono ulteriormente le EPFF nel piano trasversale³.

Indagini Cliniche e Strumentali

All'arrivo in Pronto Soccorso, occorre valutare il dolore, la limitazione funzionale e l'edema. L'arto fratturato è accorciato, abdotto e ruotato esternamente; il carico e la deambulazione risultano impossibili.

Per i bambini, con evidente deformità dell'arto inferiore, è necessario eseguire l'ispezione dei tessuti molli e della

cute per escludere una frattura esposta. È inoltre necessario verificare lo stato della vascolarizzazione dell'estremità distale dell'arto inferiore, per escludere eventuali lesioni vascolari, in verità rare nelle EPFF. L'esame neurologico attento permette, infine, di escludere un'eventuale lesione neurologica (al nervo ischiatico o al nervo femorale; peraltro rara).

Immediatamente dopo la prima valutazione, va applicata un'immobilizzazione provvisoria, che si deve estendere dalla cresta iliaca al piede, oppure una trazione mobile, che migliora il controllo del dolore e permette il trasferimento del paziente al fine di eseguire e completare gli esami diagnostici. Vanno eseguite le radiografie standard, nelle proiezioni antero-posteriore e latero-laterale, dell'intero femore e del ginocchio, al fine di valutare la localizzazione della frattura, l'entità e la direzione della scomposizione, e la presenza eventuale di fratture comminute. In particolare, come riportato in letteratura⁴, una 'tipica' EPFF, per essere definita tale, deve avere il frammento prossimale in flessione, abduzione e rotazione esterna.

La Tomografia Assiale Computerizzata (TAC) è utile per conoscere al meglio l'anatomia della EPFF e stabilire chiaramente la presenza eventuale di lesioni ossee associate.

La Risonanza Magnetica Nucleare (RMN) è utile se si tratta di una frattura patologica. Essa permette, in alcuni casi, di individuarne le possibili cause (cisti ossea, cisti aneurismatica, displasia fibrosa, osteomielite, processo neoplastico).

Classificazione

Le classificazioni proposte delle EPFF sono svariate, ma poche si applicano ai pazienti in età pediatrica^{1,4,9}. Nello specifico, Loizou ha identificato 15 sistemi di classificazione differenti delle EPFF³, ma soltanto 8 di questi definiscono in modo preciso i limiti anatomici, prossimale e distale della regione femoro-prossimale interessata, in grado di identificare con certezza una EPFF. Da questi lavori emerge che per essere definita tale, una EPFF deve situarsi entro i 5 cm a partire dal piccolo trocantere (regione sotto-trocanterica)¹⁴⁻¹⁷. La classificazione AO (precisare AO), invece, considera una EPFF tale se la rima di frattura si trova non oltre 3 cm al disotto del piccolo trocantere¹⁸. Russel e Taylor diagnosticano una EPFF quando la rima di frattura è situata nello spazio compreso tra piccolo trocantere e istmo del femore¹⁸. Theologis et al., inoltre, hanno classificato le 99 EPFF della loro serie in base all'anatomia macroscopica (frattura a legno verde, frattura trasversale, frattura obliqua, o frattura spiroide)¹⁹. Altri autori sostengono, invece, che le fratture della regione sotto-trocanterica debbano essere classificate in base alla direzione della scomposizione^{5,6,9}. In particolare, basandosi sulla direzione della scomposizione del frammento prossimale,

Pombo et al. affermano che una 'tipica' EPFF, per essere definita tale, deve avere il frammento prossimale in flessione, abduzione e rotazione esterna⁴.

Tuttavia, nessuna delle citate classificazioni è utilizzata regolarmente nella pratica clinica. Per l'estrema variabilità delle dimensioni femorali dei pazienti in età pediatrica, nonché a causa del potenziale di accrescimento della parte prossimale del femore tipico del bambino, una definizione o una classificazione fondata su valori di misura (in centimetri) non è di impiego, poiché tali valori non sono standardizzabili né utilizzabili in bambini di età diverse, i quali presenteranno, ovviamente, femori di dimensioni differenti. Inoltre, come discusso da Jarvis¹, nessuna classificazione delle EPFF prende in considerazione il potenziale coinvolgimento della fisi femoro-prossimale. Per ovviare tali limiti oggettivi e considerando che, negli adulti, l'11% della lunghezza del femore corrisponde alla zona che si estende per circa 5 cm al di sotto del piccolo trocantere, Pombo et al. hanno proposto di considerare come EPFF ogni frattura situata in un *range* di distanza corrispondente al 10% della lunghezza del femore, e questo a partire dal piccolo trocantere⁴.

Trattamento chirurgico mediante inchioldamento endomidollare elastico stabile

La riduzione della frattura, senza danneggiare la fisi prossimale del femore, realizzata sia con metodiche a cielo chiuso (frequente) o aperto (più rara), insieme a una adeguata osteosintesi è il *gold standard* per il trattamento delle EPFF. A prescindere dall'età del bambino, il trattamento chirurgico delle EPFF è difficile, a causa dell'entità della scomposizione, spesso importante, e della ridotta superficie os-

sea, tra la rima della frattura e il collo del femore, la quale limita la scelta dei mezzi di osteosintesi.

Secondo Ireland, Fisher e Schwarz⁴⁻⁶, nel caso di una EPFF, il trattamento chirurgico è indicato: *a.* nei bambini con più di 10 anni, *b.* in quelli di età inferiore ai 10 anni, ma con lesioni associate severe gravi, *c.* nei bambini con fratture esposte o con fratture patologiche, e *d.* in tutti quei pazienti nei quali il trattamento ortopedico non è in grado di mantenere una riduzione accettabile. In particolare, la 'tipica' scomposizione delle EPFF è considerata essere il fattore principale che rende la riduzione e la successiva osteosintesi, potenzialmente difficili e complesse⁴⁻⁹. Sebbene l'ESIN sia il trattamento di scelta delle fratture diafisarie di femore nel bambino, il suo ruolo non è stato ancora sufficientemente valutato¹⁴⁻¹⁸.

Nella maggior parte dei casi di EPFF del bambino, è possibile ridurre la frattura in modo incruento, pertanto: i due chiodi endomidollari elastici sono inseriti per via retrograda a partire dalla metafisi distale del femore (Figg. 1 e 2), uno attraverso un accesso laterale (chiodo laterale), e l'altro attraverso un accesso mediale (chiodo mediale). Il chiodo laterale viene fatto avanzare sino al collo del femore, fino al di sotto della fisi prossimale del femore, mentre il chiodo mediale viene spinto fino al gran trocantere e impattato nell'osso corticale, per aumentare la stabilità del montaggio e prevenire la rotazione. Un rapporto tra i diametri chiodo elastico/canale midollare del 40% deve essere la regola quando si deve scegliere la dimensione del chiodo elastico¹¹. Dopo l'intervento chirurgico, un gesso pelvi-pedidio è confezionato soprattutto nei bambini di età inferiore ai dieci anni. Il gesso viene rimosso dopo circa 4 settimane; lo scopo dell'immobilizzazione gessata è quello di mantenere un allineamento corretto, facilitare l'igiene perineale, e controllare il dolore nel periodo post-operatorio.

Pombo et al.⁴ hanno studiato 13 bambini con una EPFF

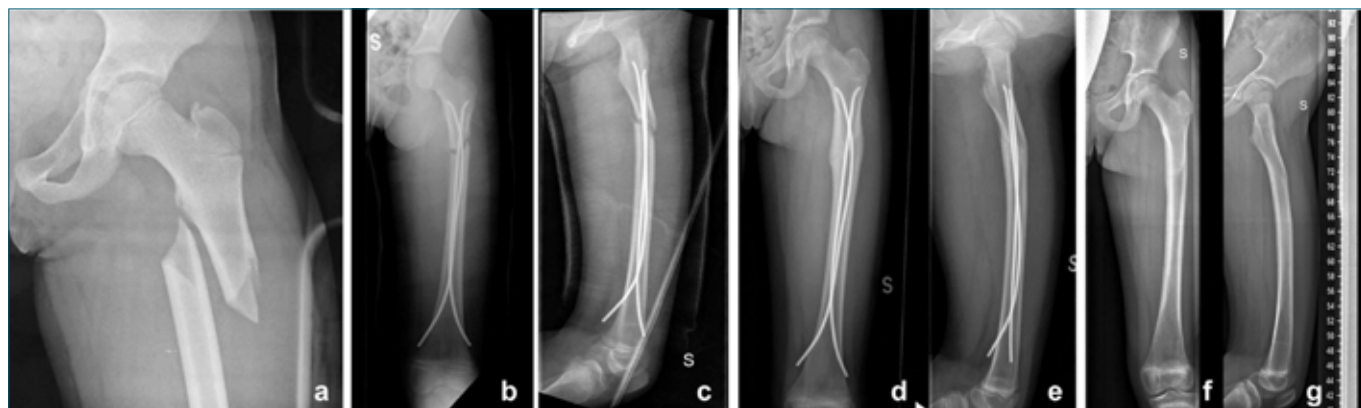


Figura 1. Bambina di 8 anni con una EPFF scomposta (a). Controllo radiografico dopo riduzione incruenta e fissazione mediante Inchioldamento Endomidollare Elastico Stabile (ESIN) (b,c). Radiografie di controllo a consolidazione ottenuta (d, e) e dopo la rimozione dei mezzi di sintesi (f, g).



Figura 2. Bambino di 8 anni con una EPFF scomposta (a). Controllo radiografico dopo riduzione incruenta e fissazione mediante Inchioldamento Endomidollare Elastico Stabile (ESIN) (b,c). Controllo radiografico a 6 mesi dall'intervento chirurgico (d, e).

(frattura sotto-trocanterica) trattata mediante ESIN. Gli autori affermano che il trattamento di queste fratture per tale via è sicuro, permette di mantenere una riduzione soddisfacente nella maggior parte dei casi, e presenta un tasso di complicazioni relativamente basso. Al fine di aumentare la stabilità della riduzione, Pombo et al. raccomandano di fare avanzare il più possibile in direzione prossimale i chiodi endomodollari elastici, e di non esitare a spingere il chiodo elastico laterale nel collo del femore, fino al di sotto della fisi. I principi alla base della 'fissazione a 3-livelli' ('3-points fixation principles') dell'ESIN non possono essere applicati nelle EPFF per la rigidità relativa della parte distale dei chiodi elastici, e la presenza di un frammento prossimale corto. Il chiodo elastico mediale dovrebbe pertanto sempre raggiungere il grande trocantere e fissarsi nell'osso corticale, in modo da aumentare la stabilità, ed evitare la malrotazione^{4 5 11}. Nelle EPFF il ruolo principale dell'ESIN è di mantenere un allineamento corretto della frattura nel piano frontale e nel piano sagittale, nonché quello di evitare le anomalie rotazionali (piano trasversale) (Figg. 1 e 2).

Complicazioni

Le complicazioni, quali il ritardo di consolidazione, la pseudoartrosi, il callo vizioso e la dismetria degli arti inferiori,

sono possibili^{1 4 5}. Nel caso in cui si sviluppi un callo vizioso in varo con un angolo superiore a 25°, il rischio di sviluppare un indebolimento dei muscoli abduttori dell'anca è alto^{1 5}. Tuttavia, il tasso globale di complicazioni nei bambini con EPFF, trattate mediante ESIN è relativamente basso. Le complicazioni post-chirurgiche sono l'ematoma, il dolore locale, la mobilizzazione dei mezzi di sintesi, le infezioni (superficiali e profonde), e la necrosi avascolare dell'epifisi femorale prossimale (rara, ma descritta)^{1 4 5 11 18}. Nello specifico, Parikh et al. riportano il 22% di complicazioni nei bambini con EPFF trattati con ESIN¹⁹. Tuttavia, le complicazioni sono possibili anche nei bambini (di età inferiore ai 10 anni) trattati ortopedicamente mediante trazione e immobilizzazione gessata; in particolare, la scomposizione secondaria, l'allungamento iatrogeno del femore (trazione) e il dolore sono le complicazioni più descritte⁹.

Conclusioni

In conclusione, l'ESIN permette di ottenere dei risultati clinici e radiografici apprezzabili nei bambini con EPFF scomposte. Il trattamento chirurgico mediante ESIN limita la durata del ricovero, permette la mobilizzazione relativamente precoce dell'arto fratturato e presenta un tasso di complicazioni ridotto.

Bibliografia

- ¹ Jarvis J, Davidson D, Letts M. *Management of subtrochanteric fractures in skeletally immature adolescents*. J Trauma 2006;60:613-9.
- ² Hajdu S, Oberleitner G, Schwendenwein E, et al. *Fracture of the head and neck of the femur in children: an outcome study*. Int Orthop 2011;35:883-8.
- ³ Loizou CL, McNamara I, Ahmed K, et al. *Classification of subtrochanteric femoral fractures*. Injury 2010;41:739-45.
- ⁴ Pombo MW, Shilt JS. *The definition and treatment of pediatric subtrochanteric femur fractures with titanium elastic nails*. J Pediatr Orthop 2006;26:364-70.
- ⁵ Ireland DC, Fisher RL. *Subtrochanteric fractures of the femur in children*. Clin Orthop 1075;110:157-66.
- ⁶ Schwarz N. *Results of treatment and indications for osteosynthesis in subtrochanteric fractures of the femur during growth*. Aktuelle Traumatol 1990;20:176-80.
- ⁷ Alho A, Ekeland A, Stromsoe K. *Subtrochanteric femoral fractures treated with locked intramedullary nails: experience from 31 cases*. Acta Orthop Scand 1991;62:573-6.
- ⁸ Jeng C, Sponseller PD, Yates A, et al. *Subtrochanteric femoral fractures in children. Alignment after 90-90 degree traction and cast application*. Clin Orthop 1997;341:170-4.
- ⁹ Theologis TN, Cole WG. *Management of subtrochanteric fractures of the femur in children*. J Pediatr Orthop 1998;18:22-25.
- ¹⁰ Pazzaglia UE, Finardi E, Pedrotti L, et al. *Fracture with loss of the proximal femur in a child. A case report*. Int Orthop 1991;15:143-4.
- ¹¹ Lascombes P. *Flexible intramedullary nailing in children. The Nancy University Manual*. Berlin: Springer 2010.
- ¹² Karagkevrekis CB. *Subtrochanteric femoral fracture following removal of screw for slipped capital femoral epiphysis*. Injury 2005;36:230.
- ¹³ Canale ST, Azar F, Young J, et al. *Subtrochanteric fracture after fixation of slipped capital femoral epiphysis: a complication of unused drill holes*. J Pediatr Orthop 1994;14:623.
- ¹⁴ Malkawi H, Shannak A, Amr S. *Surgical treatment of pathological subtrochanteric fractures due to benign lesions in children and adolescents*. J Pediatr Orthop 1984;4:63-9.
- ¹⁵ Fielding JW, Magliato HJ. *Subtrochanteric fractures*. Surg Gynecol Obstet 1966;122:555-60.
- ¹⁶ Seinsheimer F. *Subtrochanteric fractures of the femur*. J Bone Joint Surg Am 1978;60:300-6.
- ¹⁷ Pankovich AM, Tarabishy IE. *Ender nailing of intertrochanteric and subtrochanteric fractures of the femur: complications, failures and errors*. J Bone Joint Surg Am 1980;62:635-45.
- ¹⁸ Ungar F, Cossi CG, Pagliuzzi A, et al. *Osteosynthesis of subtrochanteric fractures; a review of different methods*. Ital J Orthop Traumatol 1985;11:419-26.
- ¹⁹ Parikh SN, Nathan ST, Priola MJ, et al. *Elastic nailing for pediatric subtrochanteric and supracondylar femur fractures*. Clin Orthop Relat Res 2014;472:2735-44.

A. Andreacchio¹
F. Alberghina¹
M. Cravino¹
F. Canavese²

¹ Reparto di Ortopedia e Traumatologia
Pediatria, Ospedale Infantile "Regina
Margherita" Torino; ² Pediatric Surgery
Department University Hospital Estaing
Clermont-Ferrand (Francia)

Distacchi epifisari distali del femore

Physeal distal femoral fractures

Riassunto

I distacchi epifisari distali del femore sono rari e rappresentano circa il 2% di tutti i distacchi epifisari. Ciononostante, tali traumi sono gravati da un'alta percentuale di complicazioni a distanza con una percentuale tra il 40 e il 60% e, in molti di questi casi, le sequele richiedono un'ulteriore chirurgia a distanza per gli esiti che determinano. La classificazione più utilizzata è quella di Salter e Harris. Il tipo II è il più frequente. Il trattamento è quello di eseguire la riduzione e la sintesi che può essere eseguita con fili di K o viti cannulate. L'epifisiodesi post traumatica è la più temibile sequela a distanza e va ricercata precocemente eseguendo anche una RMN. Gli interventi che possono essere proposti devono tener conto dell'età, della crescita residua, del tipo e della sede della lesione.

Parole chiave: distacchi epifisari, fratture, epifisiodesi post traumatica, femore

Summary

Physeal distal femoral fractures are a rare entity and they are 2% of all physeal fractures in children. This kind of fractures have a high complication rate (40-60%). The sequelae treatment requires very often a surgical treatment. The most used rating system is Salter Harris classification and the most frequent physeal fracture is the type II. Treatment is a closed, or open, reduction and internal fixation by Kirschner wires or cannulated screws. Epiphysiodesis is the most frequent and redoutable sequelae and it has to be early screened and assessed by MRI. A surgeon before propose a surgical resection should consider the child's age, residual growth, type and site of the bone bar.

Key words: physeal fractures, fractures, physeal bar, femur

Introduzione

L'epifisi del femore distale è la prima a ossificare ed è presente alla nascita¹. L'arto inferiore deve il suo potenziale di crescita soprattutto a livello della fisi distale del femore che determina una crescita media di 1,2/1,4 cm/anno e contribuisce al 70% della crescita del femore, e al 37% dell'arto inferiore. Si fonde in media all'età di 14 anni nelle ragazze e di 16 anni nei maschi.

I distacchi epifisari distali del femore rappresentano una situazione veramente delicata e particolare in generale e, all'arto inferiore, in particolare, per il potenziale rischio di sequele a distanza, sono rari e rappresentano circa il 2% di tutti i distacchi epifisari. Ciononostante, tali traumi sono gravati da un'alta percentuale di complicazioni a distanza (40-60%) per il potenziale di crescita molto elevato che tali cartilagini di accrescimento esprimono. In molti di questi casi le sequele richiedono un'ulteriore chirurgia a distanza per gli esiti che determinano^{2,3}. I rischi connessi a tali traumi sono seri danni alla fisi (18-51%), deformità angolari (36-68%), accorciamento, perdita di riduzione (nel 43-70% dei casi trattati senza sintesi).

Meccanismo traumatico

il pattern traumatico attraverso cui la frattura può avvenire può essere vario e riconosce traumi in:

- A. flessione/estensione;
- B. varo/valgo;
- C. compressione.

Indirizzo per la corrispondenza:

Antonio Andreacchio
piazza Polonia, 94
10126 Torino
a.andreacchio@libero.it

Possono essere presenti lesioni associate con:

1. danni legamentosi (Legamento crociato anteriore e posteriore, collaterali) spesso misconosciuti inizialmente;
2. lesioni vascolari (arteria poplitea);
3. lesioni nervose (nervo peroneale);
4. sindromi compartimentali.

Indagini cliniche e strumentali

All'arrivo in Pronto soccorso occorre valutare il dolore, la limitazione funzionale e l'edema. Andranno eseguite radiografie standard, nelle proiezioni antero-posteriore e latero-laterale, dell'intero femore e del ginocchio. L'indagine radiologica permette di valutare la presenza di fratture epifisarie e metafisarie^{1,4}. Non eseguire radiografie sotto stress: nello scheletro del bambino a seguito di traumi le prime strutture a cedere non sono i legamenti (come nell'adulto) ma bensì le ossa, e in particolare le regioni deputate alla crescita determinando i distacchi epifisari. Pertanto l'esecuzione di radiografie applicando uno stress in varo o valgo potrebbero risultare pericolose provocando una scomposizione secondaria a una frattura composta. L'esame TAC dovrebbe essere eseguito in caso di frattura epifisaria diagnosticata con le radiografie o in caso di sospetto, al fine di confermare la diagnosi e valutare l'entità della scomposizione¹.

Le distorsioni pure del ginocchio in età pediatrica sono pressoché inesistenti, perciò bisognerà indagare in caso di trauma di tale regione, con persistenza di dolore, alla ricerca di fratture occulte che saranno rilevabili con esami di 2° livello quali una RMN.

Si deve valutare lo stato cutaneo dell'arto inferiore. In particolare, controllare la vascolarizzazione dell'estremità distale per escludere lesioni dell'arteria poplitea. Se il dubbio persiste, è necessario eseguire un ecocolordoppler e, eventualmente, un'arteriografia, prima di procedere al trattamento conservativo o chirurgico (perché esiste il rischio di lesione ischemica dell'arto inferiore)⁴.

Classificazione

La classificazione più seguita, seppur datata, dei distacchi epifisari è quella di Salter e Harris⁵. Approssimativamente solo il 15% dei distacchi epifisari distali del femore appartengono al tipo I di Salter & Harris. Seppure tale pattern di frattura possa essere a carico di qualsiasi gruppo di età è più frequente il suo riscontro nei traumi da parto nei neonati o in caso di abuso⁶.

Il tipo II è il più frequente distacco epifisario ed è di riscontro in bambini di tutte le età anche se più comune durante l'adolescenza e rappresenta circa il 57% dei casi (Fig. 1). Il Tipo III si presenta in circa il 10% I tutti distacchi epifisari



Figura 1. Distacco epifisario di femore di tipo II della classificazione di Salter e Harris.

distali di femore. Il tipo IV rappresenta circa il 12%. Circa il 3% di questo tipo di fratture può presentarsi di tipo V.

Rang propose un VI tipo della classificazione di Salter e Harris che si applica in bambini e adolescenti con fisi aperte. Questa situazione si presenta come un frammento osteo cartilagineo della porzione dell'anello pericondrale della fisi (Fig. 2). Il meccanismo con cui si provoca è di solito un trauma che determina uno stress in varo. Si tratta di una lesione estremamente rara⁷.

Trattamento

I principi di trattamento per queste fratture sono:

1. ripristinare l'anatomia senza danneggiare la fisi distale del femore;
2. sintetizzare la frattura dopo aver ottenuto una riduzione anatomica.



Figura 2. Raro distacco di tipo VI della classificazione di Salter e Harris modificata da Rang.

Alcuni autori consigliano l'esecuzione di un'artrocentesi prima di eseguire la manovra di riduzione. La riduzione a cielo chiuso va effettuata con manovre caute e in anestesia generale. Evitare manovre forzate e ripetute di riduzione al fine di minimizzare lesioni iatrogene della fisi.

Unica indicazione a un trattamento incruento con apparecchio gessato sono le fratture perfettamente composte, di tipo I secondo la classificazione di Salter & Harris, stabili. Tale evento è una vera e propria eccezione.

La perdita di riduzione dopo una riduzione senza sintesi è stata riportata nel 30/70% dei pazienti trattati incruentamente solo con apparecchio gessato femoro-pedidio. Nel caso di confezionamento di un gesso pelvi-pedidio la percentuale di scomposizione secondaria scende, per alcuni autori, al 10%. Un nuovo tentativo di manipolazione può essere eseguito a distanza di 7-10 giorni dal trauma. Oltre tale periodo deve essere considerata una chirurgia al fine di ridurre monconi¹.

Nel caso in cui la frattura risulti irriducibile è necessario eseguire una riduzione cruenta. L'interposizione del periostio aumenta il rischio di epifisiodesi.

Diversamente andrà utilizzata una sintesi nei casi di distacco scomposto e/o instabile.

Molta attenzione andrà posta alla possibilità che il periostio introflesso e intrappolato impedisca, in alcuni casi, una perfetta riduzione. Nei casi di distacchi di tipo I, in cui sarà possibile eseguire una riduzione chiusa (aperta se irriducibile per il periostio), andrà accoppiata una sintesi con fili di Kirschner incrociati per via anterograda.

Andranno sempre privilegiati fili non sottili, di grosse dimensioni (3mm), lisci, che attraversino la fisi (Fig. 3). Questo non aumenta il rischio di epifisiodesi iatrogene³⁷. Bisogna

invece cercare di evitare ripetuti passaggi attraverso la fisi con i fili di Kirschner durante l'intervento perché questo può comportare un aumento dei rischi di provocare un'epifisiodesi iatrogena⁸.

Anche in caso di distacchi epifisari di tipo II, la condotta terapeutica dovrà essere analoga: riduzione chiusa (o aperta se il periostio è intrappolato) e una sintesi, preferibilmente con viti cannulate, nel frammento di Thurston-Holland.

Il periostio dal lato del frammento di Thurston-Holland è di solito intatto, ma distrutto dal lato convesso della frattura di tipo II. La più comune tecnica di riduzione di tali fratture è quella di eseguire una sintesi percutanea con fili di K o viti. Consigliabile iniziare con il filo di K dal lato concavo della frattura¹.

Fratture scomposte con un gap maggiore di 2 mm articolare richiedono una sintesi interna. Nel caso in cui il distacco sia di tipo III e IV, la riduzione sarà spesso cruenta alla ricerca della riduzione anatomica e la fissazione sarà assicurata da viti cannulate. Utile, al fine di pianificare l'intervento e cercare di minimizzare le conseguenze, sarà utile eseguire una TAC pre operatoria¹ (Fig. 4).

Al termine dell'intervento andrà confezionata un'immobilizzazione gessata.

La guarigione sarà rapida, seppur età dipendente, e la rimozione dei fili di K avverrà dopo 3-4 settimane³.

Andrà quindi instaurato, nella maggior parte dei casi, un programma di recupero della flessione estensione del ginocchio.

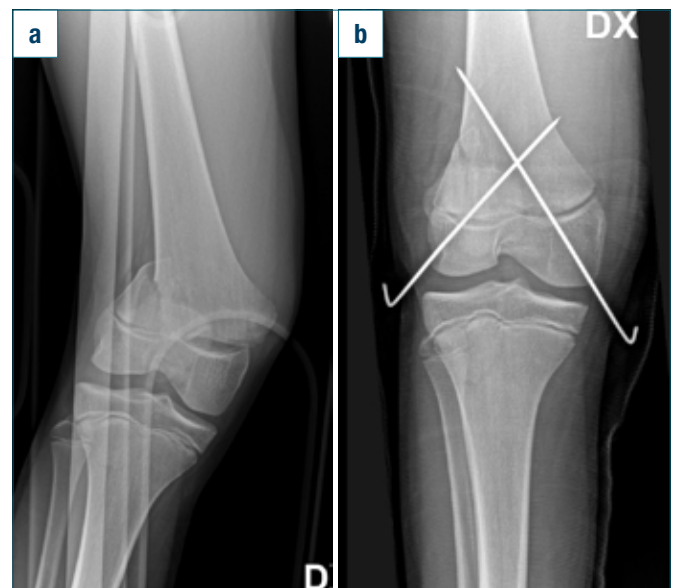


Figura 3. Distacco epifisario di tipo II al momento del trauma (A) e al controllo post operatorio con sintesi eseguita con fili di K incrociati (B).

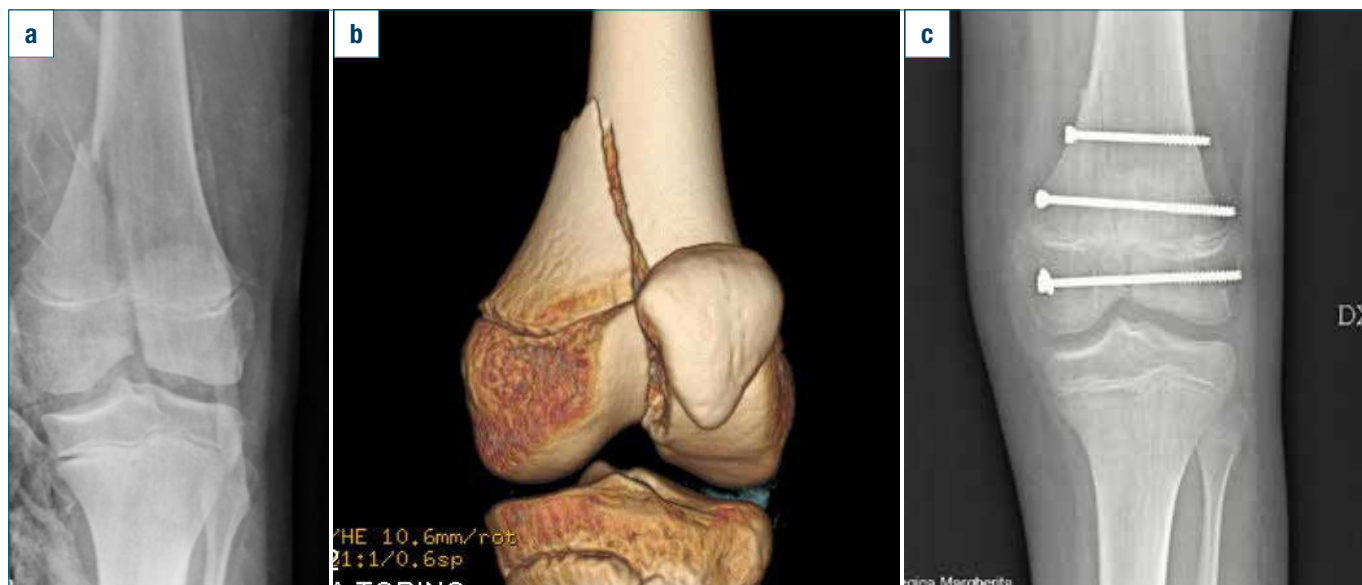


Figura 4. Distacco epifisario di tipo IV : Radiografia in AP (A), TAC pre operatoria (B) e controllo post operatorio con sintesi eseguita con 3 viti cannulate (C).

Complicazioni

La superficie anatomica della fisi distale del femore è ondulata: questo conferisce stabilità da un lato ma determina un aumento del danno dall'altro⁹. Diversi autori hanno cercato di valutare la direzione e l'entità della scomposizione al fine di predire il risultato finale. La direzione della scomposizione può guidare il trattamento ma non riesce a pronosticare la frequenza degli scarsi risultati². Viceversa l'entità della scomposizione è stato dimostrato essere un segno predittivo delle complicazioni. In altre parole tanto maggiore è la scomposizione tanto peggiori potranno essere le conseguenze.

L'arresto della crescita è molto frequente: 25-50% in seguito a fratture scomposte^{6,10}.

L'età al momento del trauma ha un alto indice di correlazione con la frequenza e la gravità delle complicazioni. Un trauma in un'età inferiore a 2 anni generalmente regala dei risultati soddisfacenti. Questo si spiega con l'assenza, in questo momento della vita, dell'ondulazione centrale della fisi.

Tra gli 11 e 14 anni gli arresti di crescita possono essere più significativi. I bambini che hanno più di due anni di crescita rimanente sono quelli a più alto rischio di una complicazione legata all'arresto della crescita.

Dopo i 15 anni i traumi sono a più alta energia, spesso sportivi, e poiché la crescita restante è minore le conseguenze sono spesso banali¹.

Proprio poiché la Letteratura ci mette in guardia su tale rischio, è buona norma, in questi pazienti, porre in atto un

piano di sorveglianza dell'eventuale comparsa di un'epifisiodesi.

Tale situazione si rende evidente a partire dai 6 mesi dopo la guarigione della frattura. Il primo segno se la crescita è asimmetrica va verificato sulle radiografie esaminando la simmetria delle strie di Park-Harris. Se disturbi della crescita vengono sospettati la MRI e la TAC devono essere prescritte, dopo aver rimosso le eventuali viti presenti^{1,3,4}. Una RMN da eseguire a 4-6 mesi dalla frattura è molto utile per depistare disturbi di accrescimento, soprattutto le sequenze pesate T1 rendono evidenti lesioni precoci della fisi (Fig. 5).

Per quel che riguarda un'eventuale instabilità del ginocchio: controllare i legamenti collaterali e crociati a guarigione della frattura avvenuta. Un'instabilità sintomatica del ginocchio è stata riportata tra l'8 e il 40% dei pazienti con questo tipo di frattura. La lesione del legamento crociato anteriore è la più comune delle lesioni, spesso associata ai distacchi di tipo Salter III. Le lesioni a carico dei legamenti collaterali, del legamento crociato posteriore dei menischi sono molto meno frequenti¹¹.

Trattamento delle sequele

Le opzioni terapeutiche per fronteggiare la comparsa di un'eventuale epifisiodesi post traumatica sono:

- osservazione;
- resezione della barra di epifisiodesi;
- epifisiodesi completa della fisi.



Figura 5. RMN eseguita a distanza di 5 mesi dalla frattura che evidenzia zona di epifisiodesi al centro della fisi femorale.

Quest'ultima può essere effettuata con una contemporanea osteotomia o allungamento, o anche, con una eventuale epifisiodesi dell'arto controlaterale.

Le eventuali terapie andranno prese in considerazione valutando le possibili conseguenze delle lesioni e tenendo in debito conto l'età, la crescita residua, il tipo e la sede della lesione¹².

Il punto chiave per il successo del trattamento delle epifisiodesi post traumatiche è la diagnosi precoce.

Esistono numerose opzioni chirurgiche e andranno scelte

in base agli studi con RMN e TAC che hanno lo scopo di definire l'estensione e la sede dell'epifisiodesi.

Considerare infine la deviazione assiale dell'arto inferiore e la datazione di insorgenza della barra sinostotica.

Rendere edotti i genitori che potrebbero essere necessari ulteriori interventi chirurgici¹³.

Necessario infine instaurare uno stretto follow-up clinico-radiografico fino al raggiungimento della maturità scheletrica.

Bibliografia

- 1 Herman MJ, Smith BG. *Fractures of the distal femoral physis*. In: *Rockwood and Wilkins' fractures in children*. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Ed 2015, pp. 1027-1056.
- 2 Arkader A, Warner WC jr, Horn BD et al. *Predicting the outcome of physeal fractures of the distal femur*. *J Pediatr Orthop* 2007;27:703-8.
- 3 Andreacchio A, Marengo *Attualità in tema di trattamento delle fratture dell'arto inferiore in età evolutiva*. Volume Corsi di Istruzione 100° Congresso SIOT. Pisa: Pacini Editore 2015, pp. 200-209.
- 4 Canavese F, Andreacchio A, Holveck J. *Le fratture della parte distale del femore*. In: *Manuale pratico di traumatologia pediatrica*. Timeo editore 2017, Cap. 33 pp. 137-139.
- 5 Salter R, Harris R. *Injuries involving the epiphyseal plate*. *J Bone Joint Surg Am* 1963;45:587-662.
- 6 Basener CJ, Mehlman CT, DiPasquale TG. *Growth disturbance after distal femoral growth plate fractures in children: a meta-analysis*. *J Orthop Trauma* 2009;23:663-7.
- 7 Dahl WJ, Silva S, Vanderhave KL. *Distal femoral physeal fixation: are smooth pins really safe?* *J Pediatr Orthop* 2014;34:134-8.
- 8 Garrett BR, Hoffman EB, Carrara H. *The effect of percutaneous pin fixation in the treatment of distal femoral physeal fractures*. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93:689-94.
- 9 Liu RW, Armstrong DG, Levine AD, et al. *An anatomic study of the distal femoral epiphysis*. *J Pediatr Orthop* 2013;33:743-9.
- 10 Wall EJ, May MM. *Growth plate fractures of the distal femur*. *J Pediatr Orthop* 2012;32(S1):S40-6.
- 11 Buess-Watson E, Exner GU, Illi OE. *Fractures about the knee: growth disturbances and problems of stability at long-term follow-up*. *Eur J Pediatr Surg* 1994;4:218-24.
- 12 Bassett WP, Safier S, Herman MJ, et al. *Complications of pediatric femoral shaft and distal physeal fractures*. *Instr Course Lect* 2015;64:461-70.
- 13 Palmu SA, Lohman M, Paukku RT, et al. *Childhood femoral fracture can lead to premature knee-joint arthritis. 21-year follow-up results: a retrospective study*. *Acta Orthop* 2013;84:71-5.

C. Carulli
T. Porciatti
M. Innocenti

Clinica Ortopedica, Università di Firenze,
Azienda Ospedaliero-Universitaria
Careggi, Firenze

La protesizzazione primaria del paziente emofilico

Primary joint arthroplasty in the haemophilic patient

Riassunto

Grazie alla terapia ematologica profilattica oggi giorno l'Emofilia è diventata una condizione predisponente a problematiche perlopiù ortopediche. Principalmente nel ginocchio, caviglia e gomito, l'emartro crea un circolo vizioso di sinovite, versamento, ipotono-trofia muscolare che determina grave degenerazione articolare in soggetti molto giovani, con severa ripercussione sulla qualità della vita. Le possibilità terapeutiche possono essere nelle prime fasi dell'artropatia di tipo fisioterapico o infiltrativo, mentre negli stadi più avanzati la chirurgia protesica rappresenta il gold standard terapeutico. Scopo della presente review è offrire una panoramica delle indicazioni e dei risultati della protesizzazione articolare nei pazienti affetti da artropatia emofilica. Nella protesi di ginocchio e nell'anca, l'avvento dei moderni sistemi protesici con materiali a minor tasso di usura e componenti a vincolo intermedio non cementate ha dimostrato ottimi outcomes clinici e funzionali nel paziente emofilico rispetto al passato, con ottimi tassi di sopravvivenza nei follow-up a lungo termine; nella caviglia e nel gomito invece, la protesi primaria non raggiunge ancora i risultati ottenuti nel ginocchio e nell'anca. Tuttavia vi sono comunque maggiori tassi di fallimento e di complicanze rispetto al soggetto non emorragico, come mobilitazione asettica o infezione, soprattutto nei centri non dedicati. La chirurgia protesica nell'emofilia trova sempre più spesso indicazione nei casi di artropatia avanzata; tuttavia è cruciale rallentare la progressione della patologia articolare attraverso misure conservative. La gestione del paziente coagulopatico deve inoltre essere affidata a un team multidisciplinare dedicato, in un centro con elevata esperienza nel trattamento di queste patologie.

Parole chiave: emofilia, artropatia emofilica, protesi di ginocchio, di anca e di caviglia, revisione di protesi

Summary

Thanks to the modern replacement therapy haemophilia is nowadays primarily considered an orthopedic issue. Joint bleeding and its related synovitis causes severe articular damage in very young patients, affecting their quality of life. The early stages of haemophilic arthropathy can be managed by a conservative approach; otherwise primary arthroplasty is a suitable treatment for the most severe conditions. The purpose of this paper is to analyze the main indications and the clinical outcomes of prosthetic treatment on haemophilic patients. Total knee and hip arthroplasty has shown excellent functional results in haemophilic arthropathy, by using modern implants with low rate of wearing of its cementless components. Ankle and elbow arthroplasties have not achieved the same satisfying outcomes of knee and hip. By improving haematological prophylaxis and modern orthopaedic implants, prosthetic treatment is considered to be a successful procedure in the mid- to long-term follow-up; however in haemophiliacs it is associated with higher rate of complications such as infection or aseptic mobilization, particularly in not dedicated centers. Primary joint replacement is indicated in end-stage haemophilic arthropathy; however it is crucial to treat the early stages of disease by conservative treatments. Moreover, haemorrhagic patients should be managed by a multidisciplinary team with acquired experience on bleeding disorders.

Key words: haemophilia, haemophilic arthropathy, knee arthroplasty, hip arthroplasty, elbow arthroplasty, revision

Indirizzo per la corrispondenza:

Christian Carulli

Clinica Ortopedica, Università di Firenze
largo P. Palagi, 1
50139 Firenze,
christian.carulli@unifi.it

Introduzione

L'Emofilia è una delle più frequenti tra le malattie rare e consiste in una sindrome emorragica caratterizzata dal deficit di fattore VIII (Emofilia A) o IX (Emofilia B). La

quasi totalità dei casi di Emofilia è legata a disordini congeniti, X-linked, generalmente trasmessi dalle madri (quasi sempre asintomatiche) ai figli maschi; tuttavia, sono riportati rari casi di forme acquisite, perlopiù in donne anziane^{1,2}. L'incidenza nella popolazione è di circa 1 su 5.000 maschi nati vivi per il tipo A, 1 su 12.000 nel tipo B. Si stima che in Italia ci siano circa 4.500 emofilici, di cui circa 3.700 con deficit di fattore VIII e circa 800 con deficit fattore IX². Fino a pochi decenni fa, tale patologia era associata a esiti fatali in seguito a emorragie di organi nobili, trattabili soltanto con trasfusioni di sangue intero o di concentrati piastrinici: le complicanze erano molteplici e a volte molto gravi. Inoltre, nei soggetti in grado di sopravvivere, era molto frequente la trasmissione di coinfezioni (HBV, HCV, HIV) associate all'utilizzo di derivati omologhi del sangue. Infine, poco si poteva fare per le precoci artropatie su base emorragica che si realizzavano sin dalla giovanissima età nei pazienti che lamentavano emorragie. Grazie al miglioramento delle conoscenze in questo ambito e al perfezionamento di terapie ematologiche mirate, da almeno 20 anni di tipo profilattico (fattori di natura emo-derivata controllati, fattori ricombinanti), e grazie all'approccio multidisciplinare che è la chiave per il trattamento di molte malattie rare, oggi non solo l'Emofilia non è più considerata una malattia fatale (se non in rari casi), ma sostanzialmente è diventata una condizione predisponente principalmente a problematiche ortopediche³. Addirittura da anni viene ritenuta una patologia più di pertinenza ortopedica che ematologica, per via del numero maggiore di complicanze muscoloscheletriche. Unica eccezione è rappresentata dagli emofilici che presentano gli "inibitori", ovvero degli anticorpi contro il fattore ricombinante che ne inattivano la funzione: questi soggetti vanno incontro a emorragie articolari irrefrenabili, controllabili solo con fattori "bypassanti", ovvero in grado di controllare l'emostasi attraverso altre vie coagulative^{4,5}. In questi pazienti, che rappresentano poco più del 15% di tutti gli emofilici, le problematiche muscoloscheletriche sono purtroppo più severe e necessitano più frequentemente di chirurgia, con aumento esponenziale delle complicanze nei centri non dedicati al trattamento delle sindromi emorragiche.

Il meccanismo patogenetico alla base dell'artropatia emofilica è basato sulla presenza di sangue libero in articolazione in seguito a microemartro, generalmente spontaneo e presente anche nei soggetti in profilassi, quando i livelli di fattore (normalmente infuso ogni 2-3 giorni) tendono a scendere; oppure in seguito a macroemartri, legati di solito a eventi traumatici. Il sangue agisce in modo diretto danneggiando la cartilagine articolare e la sinovia, che viene pertanto attivata (sinovite reattiva): la sinovite diventa quindi persistente in modo simile (ma non esattamente uguale) a molte problematiche reumatologiche e agisce provocan-

do ulteriori danni indiretti sulla cartilagine e su tutti i tessuti intra-articolari. Tale circolo diventa precocemente vizioso anche senza nuovi emartri e già dai primi anni di vita le articolazioni degenerano in senso artrosico. Il risultato è una grave e progressiva distruzione articolare associata a dolore, versamento, deformità, ipotono-trofia muscolare, tendenza a sviluppare nuovi emartri che determinano infine una perdita della funzionalità articolare, con severa ripercussione sulla qualità di vita dei giovani pazienti². Le articolazioni bersaglio dell'Emofilia sono in ordine di frequenza le ginocchia, le caviglie, i gomiti e le anche: queste infatti sono quelle in cui è maggiormente rappresentato il tessuto sinoviale, che come detto è contemporaneamente vittima del sanguinamento e causa dell'instaurarsi del circolo vizioso sinovite/artropatia⁶. Virtualmente anche tutte le altre articolazioni possono essere interessate, ma in misura di gran lunga inferiore. Dato che fisiologicamente una corretta deambulazione si inizia ad acquisire intorno al primo anno di vita, le articolazioni di carico come ginocchia e caviglia e quelle di supporto e difesa (gomiti) sono le più a rischio di sanguinamento: queste "target joints" sono di fatto quelle che per prime iniziano a soffrire del quadro clinico correlato all'Emofilia.

Fino agli anni '90, per risolvere quadri gravi di artropatia secondaria ai sanguinamenti, si ricorreva a chirurgia protesica, artrodesi e talvolta ad amputazione, nei quadri più severi e associati a infezione. Queste opzioni determinavano ulteriori problematiche: precoci infezioni e mobilizzazioni asettiche delle protesi in soggetti comunque giovani; scarsa qualità di vita per limitazioni evidenti negli spostamenti nei casi trattati con artrodesi; disturbi psicologici e attitudinali nei soggetti amputati, che non potevano beneficiare delle protesi esterne moderne. Nell'ultimo ventennio, al migliorare della diagnosi precoce di sanguinamento, di sinovite e artropatia, sono aumentate anche le possibilità terapeutiche, che, partendo da una sorveglianza multidisciplinare precoce e costante nel tempo (ematologo, ortopedico, fisiatra, pediatra, fisioterapista, infettivologo, etc), passano dai controlli periodici mediante ecografia, alla proposta di svolgere attività fisica e sportiva in scarico (nuoto, pedali, corpo libero) fino alle procedure infiltrative (viscosupplementazione, sinoviortesi chimica e radioattiva). Inoltre, nelle fasi precoci e intermedie dell'artropatia, la possibilità di ricorrere a terapie fisiche e kinetiche e di procedere a una sinovietomia artroscopica, al fine di ritardare interventi chirurgici maggiori, ha migliorato nettamente la qualità di vita di soggetti giovani che arrivano all'età adulta in condizioni fisiche e funzionali molto superiori ai loro predecessori⁷⁻⁹.

Tuttavia, ancora oggi, alcuni pazienti, nonostante tale approccio, necessitano di interventi chirurgici ricostruttivi a un'età decisamente inferiore ai soggetti affetti da artrosi

primitiva. In questi casi, la chirurgia protesica è considerata il gold standard nelle articolazioni principalmente interessate dalla patologia: ginocchio, caviglia, gomito e anca. Scopo della presente review è di offrire una panoramica delle indicazioni, delle specifiche tecniche e dei risultati della protesizzazione articolare nei pazienti affetti da artropatia emofilica.

Stato dell'arte

Abbiamo oggi compreso come la profilassi ematologica sia la base della prevenzione, della limitazione della progressione e anche del trattamento delle problematiche muscoloscheletriche dell'Emofilia. In particolare, se la profilassi con il fattore deficitario non viene instaurata precocemente ed efficacemente, se il soggetto non aderisce a tale terapia, o se sono presenti inibitori, la sinovite e l'artropatia possono rapidamente evolvere a stadi medio/gravi di patologia in età molto precoce. In questi casi, poche strategie terapeutiche non chirurgiche possono essere d'aiuto e hanno uno scopo puramente palliativo, in attesa di un intervento chirurgico maggiore. D'altra parte, se la profilassi ematologica risulta efficace, si può ritardare la progressione della sinovite e dell'artropatia mediante adozione di vari approcci, che possono anche offrire una risoluzione prolungata dei sintomi¹⁰. Infine, se tali trattamenti non sono in grado di controllare i sintomi e di migliorare la funzione o, semplicemente, se l'artropatia progredisce fino a uno stadio severo, la chirurgia protesica è indicata e produce nella grande maggioranza dei casi ottimi outcomes¹¹⁻¹².

Già dalle prime esperienze, la chirurgia protesica ha prodotto buoni risultati, soprattutto nella chirurgia del ginocchio e dell'anca¹³⁻¹⁴. Gli impianti utilizzati tra la fine degli anni '70 e gli inizi degli anni '90 erano cementati, con accoppiamento metallo/polietilene nell'anca e cementati con steli (cementati anch'essi) e generalmente ad alto vincolo nelle ginocchia¹³⁻¹⁷. A fronte di ottimi risultati a breve termine, tuttavia, a medio termine molti impianti si mobilizzavano o si infettavano e per decenni la sopravvivenza media degli impianti (di ginocchio in particolare) è risultata di circa 7 anni, quindi veramente molto limitata in soggetti giovani. Inoltre, la revisione di impianti cementati o molto invasivi comportava spesso interventi destruenti e l'uso di protesi all'epoca non modulari e vincolate¹³⁻¹⁴⁻¹⁸⁻²⁰. I risultati di questa ulteriore chirurgia, di solito condotta a breve distanza dalla prima, non potevano certo essere ottimali e predisponavano a un futuro precoce nuovo intervento, spesso non protesico ma di artrodesi (nelle migliori situazioni) o di amputazione (nei casi peggiori o di infezione)¹⁸. Da circa due decenni, l'avvento di nuovi sistemi protesici, l'introduzione di nuovi materiali con ridotti tassi di usura,

l'uso di componenti e steli ad alta capacità osteointegrativa senza uso di cemento (nell'anca) e l'affidabilità degli impianti a vincolo intermedio senza cemento (nel ginocchio) hanno comportato una maggiore sopravvivenza, una migliore performance con riduzione dell'usura e, pertanto, un risparmio del patrimonio osseo in ottica di una revisione (sicura data l'età mediamente giovane del primo impianto)¹³⁻¹⁵⁻²¹.

Discorso a parte deve essere fatto per le protesi di caviglia e gomito. Nel primo caso, gli impianti cementati di prima generazione avevano tassi di fallimento relativamente importanti e a medio termine: inoltre, non sempre erano associati a risultati clinici riferiti ottimali dai pazienti, soprattutto con riferimento al ROM, quasi mai recuperato dopo l'intervento²². Oggigiorno, gli impianti più performanti sono non cementati, presentano superfici bioattive di qualità superiore e con polietilene a miglior comportamento tribologico: tuttavia, ancora oggi tale protesi non raggiunge in media la qualità di funzione e la sopravvivenza di quelle di anca e ginocchio²²⁻²³.

Per quanto riguarda la protesi di gomito, premesso che le indicazioni sono ristrette e legate principalmente a una funzione flessoria compromessa (deficit <90°) più che al dolore e alla ricorrenza di emartri, si può affermare che attualmente tali impianti assicurano una flessione attiva utile a svolgere attività semplici come alimentarsi, bere o provvedere all'igiene personale ma hanno un'importante limitazione: l'arto protesizzato non può tollerare grandi sforzi, se non occasionalmente. In particolare, il sollevamento di pesi, anche di pochi chili (> 6 kg), o la spinta di oggetti pesanti è assolutamente proibita così come viene sconsigliata l'esecuzione di lavori manuali con utilizzo di oggetti voluminosi²³⁻²⁴. Tali situazioni sono ovviamente compatibili con soggetti di età adulto/anziana, che hanno uno stile di vita morigerato e con basse richieste funzionali, ma non per giovani ancora attivi. Tutto ciò in quanto gli impianti cementati, non cementati o misti, possono avere tassi molto alti di fallimento per mobilizzazione asettica²⁴.

A oggi le indicazioni a un intervento di protesi primaria in un emofilico sono: dolore costante, ricorrenza di emartri, deformità significativa, limitazione funzionale permanente e del ROM che alterano la qualità di vita quotidiana e che non possono essere gestiti con profilassi ematologica o con interventi conservativi (fisioterapici, di supporto come tutori, infiltrativi) e chirurgici poco invasivi (sinoviectomia o debredement artroscopico). Non rappresenta una indicazione all'intervento un quadro radiografico che indica grave compromissione se non sussistono i sintomi o i segni clinici sopra menzionati: infatti, generalmente i giovani emofilici presentano pattern radiologici di distruzione articolare che non corrispondono a un sintomo. In questi casi, la terapia di

attesa e il ricorso a strategie conservative sono utili per ritardare interventi più cruenti cercando di contenere i sintomi, generalmente saltuari.

Infine, la chirurgia protesica nei soggetti emofilici presenta l'alta possibilità di revisione nei pazienti precocemente operati di protesi primaria. Se sopraggiungono cause settiche, soprattutto nei vecchi impianti con steli cementati, si deve parlare di *chirurgia di salvataggio*, più che di semplice revisione: ciò perché spesso la mortificazione dei tessuti molli e la perdita di tessuto osseo necessitano di una serie di procedure aggiuntive (innesti ossei con o senza ingegnerizzazione), di uso di impianti modulari moderni, e di grande esperienza chirurgica. Il quadro che ne risulta è di alta complessità, ed è associato a un rischio molto alto di complicanze che solo un team dedicato e multidisciplinare può serenamente affrontare^{18,25}: in realtà, ogni tipologia di intervento, conservativo o chirurgico, nei pazienti emorragici, deve essere condotta in centri di riferimento nazionale, dove vi è la preparazione a tutti i livelli del personale e la capacità di erogare servizi ad altissima expertise per questi pazienti complessi²⁶.

Discussione

Il paziente emofilico moderno lamenta spesso problematiche ortopediche più che quelle legate a emorragie di organi nobili: se in regolare profilassi ematologica, grazie a un ventaglio di possibilità terapeutiche, conservative e non, è possibile contenere o rallentare le alterazioni articolari molto più del passato. Tuttavia, quadri di artropatia severa, nei soggetti adulti e anziani e soprattutto in quelli giovani con inibitori, necessitano di intervento di protesi per risolvere i sintomi e migliorare la qualità della vita.

Rispetto a decenni fa e in parallelo ai casi di artrosi primitiva, la chirurgia protesica ha dimostrato miglioramenti netti, pur avendo nell'ambito delle malattie emorragiche una aumentata incidenza di fallimenti e complicanze, soprattutto nei centri non dedicati alla gestione di questi delicati pazienti. Il ginocchio, articolazione target per eccellenza nell'Emofilia, rappresenta il modello di riferimento per comprendere come sia stata l'evoluzione nel tempo del trattamento protesico.

Ernstbrunner e colleghi hanno riportato uno studio di 18 anni su pazienti emofilici operati per protesi di ginocchio che presentavano un 19% di fallimenti settici, in particolare in quelli coinfecti²⁷; inoltre, vi era un'alta probabilità (fino al 15%) di mobilitazione asettica delle componenti entro i 15 anni dopo l'intervento. Un altro studio su 15 emofilici evidenzia un 27% di mortalità nei casi di HIV, un 26% di fallimento settico od asettico, con una sopravvivenza degli impianti a 10 anni di poco più del 73%²⁸. Westeberg et al hanno riportato una sopravvivenza a 5 anni del 92%, a 10

anni del 88% in una popolazione di 107 pazienti, di cui 20 deceduti per complicanze HIV-correlate²⁸.

Fortunatamente, grazie al miglioramento delle conoscenze ematologiche, alla riduzione delle infezioni sangue-correlate e alla moderna gestione multidisciplinare in centri dedicati, la chirurgia protesica in questa categoria di soggetti ha fatto passi notevoli, nell'incremento dei risultati positivi, nella riduzione delle complicanze e della mortalità. Goddard e Zingg hanno dimostrato ottimi risultati e una maggior sopravvivenza con impianti moderni e materiali standard (Cromo-Cobalto-Molibdeno accoppiato con polietilene convenzionale e titanio)^{29,30}. Da un tasso di infezione postoperatoria riportato fino al 17%, si è passati infatti a percentuali inferiori al 5%, comunque più che doppia rispetto alla protesica nel soggetto artrosico. Altre esperienze hanno raggiunto risultati simili perché i chirurghi lavoravano in centri d'eccellenza^{16,17}. Unica esperienza a oggi riportata con impianti con un follow-up a 10 anni è quella di Innocenti e colleghi, che hanno scelto protesi di ginocchio costituite da materiali ad alta performance e minor usura *in vitro*: in 40 pazienti emofilici le protesi con componenti femorali in zirconio ossidato accoppiate a polietilene di nuova generazione hanno dimostrato il 100% di sopravvivenza con casi giunti a 20 anni^{13,31}.

Conclusioni

La chirurgia protesica in Emofilia è un intervento oramai considerabile di routine nei pochi centri dedicati alla gestione di questi pazienti: in tali situazioni, si riescono a ottenere ottimi e duraturi risultati clinici a fronte di complicanze ridotte, sebbene più elevate in frequenza rispetto alla chirurgia ortopedica nei soggetti senza difetti della coagulazione. Tuttavia, risulta cruciale la prevenzione delle complicanze emorragiche attraverso il trattamento ematologico instaurato precocemente e il ricorso a procedure conservative atte a rallentare l'evoluzione delle alterazioni articolari tipiche della patologia.

Bibliografia

- 1 Valentino LA, Hakobyan N, Rodriguez N, et al. *Pathogenesis of haemophilic synovitis: experimental studies on blood-induced joint damage*. Haemophilia 2007;13(Suppl 3):10-3.
- 2 Roosendaal G, Van Der Berg HM, Lafeber FPJG, et al. *Chapter 3: blood induced joint damage: an overview of musculoskeletal research in Haemophilia*. In: Rodriguez-Merchan EC, Goddard NJ, Lee CA eds. *Musculoskeletal aspects of haemophilia*. Cambridge: Blackwell Science Ltd 2000:18-26. doi:10.1002/9780470693872.
- 3 Castaman G, Linari S. *Haematological care of the haemophilic patient*. Chapter 3. In: Carulli C, ed. *Fron-*

- ters in arthritis. Vol. II. *The management of Haemophilic arthropathy*. Bentham Science 2017, pp. 25-40. Doi: 10.2174/97816810835371160201.
- 4 Scalone L, Mantovani LG, Mannucci PM, et al. *Quality of life is associated to the orthopaedic status in haemophilic patients with inhibitors*. *Haemophilia* 2006;12:154-162. doi:10.1111/j.1365-2516.2006.01204.x.
 - 5 Melchiorre D, Matassi F, Linari S, et al. *Pathogenesis of the haemophilic arthropathy*. Chapter 1. In: Carulli C, ed. *Frontiers in arthritis*. Vol. II. *The management of Haemophilic arthropathy*. Bentham Science 2017, pp. 1-12. Doi: 10.2174/97816810835371160201.
 - 6 Rodriguez-Merchan EC, Goddard NJ, Lee CA. *Musculoskeletal aspects of haemophilia*. In: *Musculoskeletal aspects of haemophilia*. Blackwell Science Ltd 2008. doi:10.1002/9780470693872.
 - 7 Carulli C, Matassi F, Civinini R, et al. *Intra-articular injections of hyaluronic acid induce positive clinical effects in knees of patients affected by haemophilic arthropathy*. *Knee* 2013;20:36-9. doi:10.1016/j.knee.2012.05.006.
 - 8 Carulli C, Civinini R, Martini C, et al. *Viscosupplementation in haemophilic arthropathy: a long-term follow-up study*. *Haemophilia* 2012;18:e210-4. doi:10.1111/j.1365-2516.2011.02654.x.
 - 9 Tagariello G, Basso M, Ricciradi A, et al. *Haematological care in patients with Haemophilia and inhibitors candidate to orthopaedic surgery*. Chapter 19. In: Carulli C, ed. *Frontiers in arthritis*. Vol. II. *The management of haemophilic arthropathy*. Bentham Science 2017, pp. 265-275. DOI: 10.2174/97816810835371160201.
 - 10 Mulder K, Llinas A. *The target joint*. *Haemophilia* 2004;10 Suppl 4:152-6. doi:10.1111/j.1365-2516.2004.00976.x.
 - 11 Caviglia H, Bianco RP. *Therapeutic algorithms of muscular skeletal complications of hemophilia*. Buenos Aires: Akadia Ed. 2006.
 - 12 Rodriguez-Merchan EC. *Musculoskeletal complications of hemophilia*. *HSS J* 2010;6:37-42. doi:10.1007/s11420-009-9140-9.
 - 13 Innocenti M, Civinini R, Carulli C, et al. *A modular total knee arthroplasty in haemophilic arthropathy*. *Knee* 2007;14:264-8. doi:10.1016/j.knee.2007.05.001.
 - 14 Carulli C, Felici I, Martini C, et al. *Total hip arthroplasty in haemophilic patients with modern cementless implants*. *J Arthroplasty* 2015;30:1757-60. doi:10.1016/j.arth.2015.04.035.
 - 15 Pasta G, Mancuso ME, Perfetto OS, et al. *Synoviorthesis in haemophilia patients with inhibitors*. *Haemophilia*. 2008;14 Suppl 6:52-5. doi: 10.1111/j.1365-2516.2008.01890.x.
 - 16 Legroux-Gerot I, Strouk G, Parquet A, et al. *Total knee arthroplasty in hemophilic arthropathy*. *Jt Bone Spine* 2003;70:22-32.
 - 17 Silva M, Luck JV Jr. *Long-term results of primary total knee replacement in patients with hemophilia*. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:85-91.
 - 18 Carulli C, Zago M, Rizzo AR, et al. *Reconstructive techniques for revision and limb salvage surgery in persons with haemophilia*. *J Biol Regul Homeost Agents* 2017;31(4 suppl 1):15-9.
 - 19 Strauss AC, Schmolders J, Friedrich MJ, et al. *Outcome after total knee arthroplasty in haemophilic patients with stiff knees*. *Haemophilia* 2015;21:e300-5.
 - 20 Teigland JC, Tjssnffjord GE, Evensen SA, et al. *Knee arthroplasty in hemophilia: 2 year follow-up of 15 patients*. *Acta Orthop Scand* 1993;64:153-6.
 - 21 Carulli C, Rizzo AR, Innocenti M. *Hip arthropathy in haemophilia*. *J Clin Med* 2017;8;6. pii: E44. doi: 10.3390/jcm6040044.
 - 22 Solimeno LP, Mancuso ME, Pasta G, et al. *Factors influencing the long-term outcome of primary total knee replacement in haemophiliacs: a review of 116 procedures at a single institution*. *Br J Haematol* 2009;145:227-34. doi: 10.1111/j.1365-2141.2009.07613.x.
 - 23 Rizzo AR, Zago M, Carulli C, et al. *Orthopaedic procedures in haemophilia*. *Clin Cases Miner Bone Metab* 2017;14:197-9.
 - 24 Solimeno LP, Pasta G. *Knee and ankle arthroplasty in hemophilia*. *J Clin Med* 2017;22;6(11). pii: E107. doi: 10.3390/jcm6110107.
 - 25 Innocenti M, Carulli C, Civinini R. *Revision surgery in the lower limbs of haemophilic patients*. Chapter 15. In: Carulli C, ed. *Frontiers in arthritis*. Vol. II. *The management of Haemophilic arthropathy*. Bentham Science 2017, pp. 196-2012.
 - 26 Srivastava A, Brewer AK, Mauser-Bunschoten EP, et al. *Guidelines for the management of hemophilia*. *Haemophilia* 2013;19:e1-47. doi:10.1111/j.1365-2516.2012.02909.x
 - 27 Ernstbrunner L, Hingsammer A, Catanzaro S, et al. *Long-term results of total knee arthroplasty in haemophilic patients: an 18-year follow-up*. 2017;25:3421-38. doi:10.1007/s00167-016-4340-6.
 - 28 Westberg M, Paus AC, Holme PA, et al. *Haemophilic arthropathy: long-term outcomes in 107 primary total knee arthroplasties*. *Knee* 2014;21:147-50.
 - 29 Goddard NJ, Mann HA, Lee CA. *Total knee replacement in patients with end-stage haemophilic arthropathy: 25-year results*. *J Bone Jt Surg Br* 2010;92:1085-9.
 - 30 Zingg PO, Fucntese SF, Lutz W, et al. *Haemophilic knee arthropathy: long-term outcome after total knee replacement*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20:2465-70.
 - 31 Ceruso M, Biondi M, Bigazzi P, et al. *Elbow arthroplasty*. Chapter 14. In: Carulli C, ed. *Frontiers in Arthritis*. Vol. II. *The management of Haemophilic arthropathy*. Bentham Science 2017, pp. 181-195. doi: 10.2174/97816810835371160201

A. Abate
O. De Carolis
V. Simone
F. Ippolito
V. Freda
F. Cafaro
V. Caiaffa

SC Ortopedia e Traumatologia, Ospedale
Di Venere, Bari

Gli esiti delle fratture

Replacement surgery in post traumatic condition

Riassunto

L'intervento di sostituzione protesica dell'anca è una delle procedure più comuni e di successo in chirurgia ortopedica; dal 1960, i progressi nelle tecniche chirurgiche e nella tribologia dei materiali hanno promosso un miglioramento dei risultati funzionali. Tuttavia, le condizioni post-traumatiche potrebbero richiedere un intervento chirurgico particolarmente impegnativo e aumentare l'incidenza di complicanze. La mancata guarigione delle fratture e la necrosi avascolare della testa del femore a seguito di fratture del collo del femore ovvero le perdite importanti di osso acetabolare dopo fratture in tale distretto possono causare una condizione di scarso bone stock, compromettendo la fissazione stabile e l'integrazione degli impianti convenzionali. Tecniche chirurgiche, materiali e impianti dedicati possono consentire un approccio più rispettoso della biologia che contribuirà al ripristino della perdita ossea e dell'anatomia, riducendo così l'incidenza di fallimento nel breve-medio termine.

Parole chiave: artroprotesi, anca, trabecular metal, artrosi post-traumatica

Summary

Total hip replacement is one of the most common and successful procedure in orthopaedics; since 1960, improvements in joint replacement surgical techniques and technology have greatly increased the effectiveness of total hip replacement. However post-traumatic conditions could get surgery especially demanding and increase the amount of complications. Nonunion, malunion and avascular necrosis of femoral head after proximal femoral fracture and massive acetabular bone loss after acetabular fracture can result in insufficient native bone for stable fixation and poor long-term bone ingrowth with conventional implants. Dedicated surgical technique, implant design and materials may allow a more biological and versatile approach that will help to restore bone loss and anatomy, thus reducing the frequency of implant failure in the short-to-medium term.

Key words: hip replacement, trabecular metal, post-traumatic arthritis

Introduzione

L'invecchiamento della popolazione, la possibilità di intervenire efficacemente su patologie croniche a carattere internistico, la ridefinizione del paziente anziano, ancora attivo ed autonomo contribuiscono ad incrementare l'incidenza e dunque l'attenzione rivolta alle patologie ortopediche. Un sostanziale peso economico è rappresentato dalle patologie in cui si rende necessario il ricorso ad interventi di sostituzione protesica. Seppure l'artrosi primaria rappresenti la causa principale di protesizzazione, non mancano le condizioni di artrosi secondaria ovvero post-traumatica; tali situazioni rendono particolarmente complessa la procedura nonché la scelta dei materiali e dell'impianto, associandosi ad un'incidenza di complicanze maggiore rispetto a quelle riportate in caso di artrosi primaria non complicata. Possiamo distinguere, in maniera estremamente semplificativa, due situazioni che più comunemente si rendono responsabili della necessità di ricorrere ad interventi di revisione secondaria ad un cosiddetto fallimento della sintesi praticata a seguito di un evento fratturativo. Ci occuperemo quindi degli esiti di frattura a carico del collo del femore e degli esiti di frattura a carico dell'acetabolo, le due situazioni più comunemente responsabili di protesizzazione secondaria.

Indirizzo per la corrispondenza:
Antonella Abate
antonella.abate@asl.bari.it

Fratture di femore prossimale

Il paziente affetto da frattura di femore prossimale è quasi nella totalità un soggetto fragile, ovvero affetto da numerose comorbidità. Con tali premesse appare intuibile il rischio che l'evento fratturativo acuto faccia precipitare l'equilibrio precario pre-esistente, innescando una serie di complicanze sistemiche che rendono difficoltosa la gestione del quadro generale. Per tale motivo i trattamenti dedicati a tale tipo di frattura sono accomunati dal concetto di mini-invasività. L'obiettivo principale è quello di garantire la ripresa del carico il più precocemente possibile, evitando dunque le complicanze da allettamento e da immobilizzazione prolungata¹.

Nel gruppo delle fratture a carico del femore prossimale hanno maggior rischio di fallimento le fratture mediali con minima scomposizione trattate con viti e le fratture basicervicali. La causa più comune di fallimento è legata alla vascolarizzazione della testa femorale ed alla interruzione del periostio che possono entrambi rendersi responsabili di un difetto di guarigione e di necrosi avascolare².

Nelle fratture basicervicali inoltre, quando extracapsulari, dunque trattate con chiodo endomidollare, il mezzo di sintesi è tipicamente "load bearing" piuttosto che "load sharing". Pertanto, uno delle complicanze tipiche è lo screw out delle viti. Tra i fattori più comunemente responsabili del cut out delle viti si annovera la scarsa qualità ossea, riduzione inadeguata, instabilità residua della frattura. Alcuni pattern radiografici sembrano associati ad una maggior incidenza di fallimenti della sintesi, in particolare mancanza di riduzione sul piano sagittale e/o mancanza di supporto mediale (calcar) nella fissazione endomidollare³.

Per quanto i trattamenti riportati godano del carattere di mini-invasività tanto prezioso per la tipologia di paziente descritto, possono associarsi ad una serie di complicanze, tra cui nonunion, malunion, necrosi cefalica, fallimento della sintesi aventi un'incidenza variabile, compresa tra il 7 e l'11%⁴.

In tali casi dunque si renderà necessario un secondo tempo chirurgico in genere di conversione in sostituzione protesica dell'anca, procedura sicuramente più complessa rispetto a quella riservata alle forme di artrosi primaria, in quanto gravata dalla scarsa qualità dell'osso, dagli esiti dismorfici lasciati dalla frattura, dalla presenza di mezzi di sintesi da rimuovere.

Appare intuitivo come il trattamento degli esiti in presenza di sole viti cannulate sia gravato da una serie di difficoltà di tecnica sicuramente inferiori rispetto alla presenza di un dispositivo endomidollare. L'inchiodamento per una frattura di femore prossimale, infatti, ha nella maggior parte dei casi a monte un quadro di frattura definita come scomposta, sottoposta a manovre riduttive a cielo chiuso. Sia il trauma in sé che le manovre suddette si associano

inevitabilmente ad un danno a carico dei tessuti molli che renderà necessariamente più complesso l'approccio chirurgico secondario e potrà rendersi responsabile di una incompetenza degli stessi con un maggior rischio di complicanze tra cui le lussazioni⁵ (Figg. 1A, B).

Uno studio su 102 casi di fallimenti della sintesi con conversione a protesi totale di anca ha evidenziato risultati incoraggianti con un valore medio di Harris Hip Score pari a 81,8 ad un follow up medio di 3,2 anni. Lo studio ha inoltre evidenziato la presenza di complicanze precoci connesse alla chirurgia nel 12% dei casi, nella maggior parte dei casi fratture peri-protesiche ed infezioni⁶.

Uno studio retrospettivo condotto da Bercik et al ha paragonato i risultati ottenuti a seguito di interventi di protesi totale di anca in pz trattati inizialmente per frattura di femore prossimale con placca DHS o chiodo endomidollare. Si è osservato un incremento dei tempi operatori e della perdita ematica nel gruppo trattato inizialmente con chiodo endomidollare. Peraltro la scelta del tipo di stelo risultava influenzata dalla precedente chirurgia ovvero in caso di placca DHS si preferivano steli a presa metafisaria mentre in caso di chiodo endomidollare la scelta cadeva su steli a presa diafisaria. Pertanto gli autori concludono che la conversione a protesi totale di anca partendo da un fallimento di un chiodo endomidollare appare gravata da maggiori difficoltà tecniche, paragonabili ad un intervento di revisione di stelo di protesi^{7,8}.

Fratture di acetabolo

Le fratture di acetabolo sono lesioni intra-articolari complesse, ad andamento bimodale, coinvolgendo pazienti giovani a seguito di traumi ad alta energia ovvero pazienti anziani a seguito di traumi a bassa energia (cadute accidentali) in presenza di osteoporosi. Sebbene le tecniche recenti di riduzione e sintesi risultino associate a ripristino della congruenza articolare, continua ad esserci un elevato rischio di artrosi post-traumatica^{9,10}. Giannoudis et al. in una metanalisi hanno evidenziato un'incidenza di osteoartrosi post-traumatica anche in presenza di un intervento di osteosintesi a cielo aperto con riduzione ottimale pari al 13%. In presenza di uno step articolare maggiore di 2 mm, l'incidenza di osteoartrosi cresceva notevolmente giungendo a valori vicini al 45%¹¹. La gestione dell'artrosi post-traumatica con chirurgia protesica dell'anca è risultata associata ad una maggiore incidenza di interventi di revisione rispetto alla chirurgia protesica in caso di artrosi primitiva; ciò è stato connesso al fatto che i pazienti sono in genere più giovani e dunque più facilmente candidati a fenomeni di usura da overuse. Altri fattori sono il sovvertimento dell'anatomia dopo la frattura, l'aspetto sclerotico dell'osso, lo scarso bone stock residuo, le complicanze



Figura 1. A, B) cut out di vite cefalica in frattura persottotrocanterica di femore convertita in endoprotesi di anca.

connesse alla presenza di mezzi di sintesi. Tuttavia la fissazione acetabolare press fit e lo sviluppo di design dedicati e la tribologia dei materiali ha contribuito a migliorare la sopravvivenza degli impianti ¹².

Una delle problematiche maggiori in tale tipologia di chirurgia protesica è rappresentata dalla perdita di sostanza ossea; quest'ultima viene definita massiva quando viene interessata una percentuale superiore al 50% della superficie acetabolare, con compromissione della fisiologica geometria acetabolare, fino ad interessare le colonne con quadri di discontinuità dell'anello pelvico. Le opzioni chirurgiche in questi casi prevedono l'utilizzo di graft strutturali massivi, coppe da revisione oblunghe, cages custom made, anelli da ricostruzione, augment di metallo poroso, graft autologhi impiantati con tecniche dedicate ^{13 14}.

Gli impianti normalmente realizzati con materiali convenzionali, come il titanio e le leghe di cromo-cobalto, spesso non garantiscono, in tali situazioni, una ottimale fissazione e stabilità. L'elevata rigidità di alcuni impianti peraltro rischia di trasferire in maniera non "fisiologica" i carichi sull'osso ospite portando a fenomeni di stress shielding e riassorbimento.

Il tantalio, elemento chimico costitutivo del Trabecular Metal, è impiegato nella produzione di dispositivi medici da oltre 50 anni ed ha visto il suo utilizzo in chirurgia ricostruttiva ortopedica crescere notevolmente nell'ultimo decennio. Trattasi di un materiale eccellente per una struttura porosa tridimensionale poichè è biologicamente inerte,

duttile, resistente alla corrosione e con un alto indice di resistenza a fatica. Il tantalio rappresenta quindi la base per la definizione e la creazione del cosiddetto Trabecular Metal, un biomateriale unico, altamente poroso progettato con caratteristiche strutturali e funzionali simili a quello dell'osso trabecolare.

L'utilizzo di cages in trabecular metal rappresentano un'ottima opzione per la fissazione biologica degli impianti; il tantalio ha infatti una notevole porosità volumetrica (70-80%) con un elevato coefficiente di frizione (40-75%) ed un basso modulo di elasticità che garantisce un trasferimento dei carichi provvisto di carattere fisiologico. Il contatto iniziale delle componenti con l'osso nativo al fine di assicurare una ottimale stabilità è dunque minore in quanto la capacità del materiale di promuovere la fissazione biologica è sicuramente maggiore rispetto agli impianti standard, migliorando dunque la sopravvivenza degli stessi a medio termine ^{15 16} (Figg. 2A, B, C).

Conclusioni

La chirurgia protesica dell'anca in caso di osteoartrosi secondaria è una chirurgia paragonabile per complessità e complicanze a quella di revisione. L'evoluzione del design e dei materiali viene incontro al chirurgo, mettendolo nel-



Figura 2. A, B, C) cut out di vite cefalica in frattura persottotrocanterica di femore convertita in endoprotesi di anca.

le condizioni di poter contare su una fissazione migliore e dunque una maggiore durata degli impianti. A nostro avviso la corretta indicazione del trattamento dell'evento fratturativo iniziale condiziona notevolmente l'incidenza di complicanze e dunque la necessità di reintervento. In tal caso, la presenza di un bone stock residuo ben rappresentato, il ripristino dell'anatomia del femore prossimale rappresentano due elementi non trascurabili al fine di poter creare i presupposti per un eventuale second time chirurgico che non sia particolarmente inficiato da complicanze di difficile gestione.

Bibliografia

- 1 Florschütz AV, Langford JR, Haidukewych GJ, et al. *Femoral neck fractures: current management*. J Orthop Trauma 2015;29:121.
- 2 Damany DS, Parker MJ, Chojnowski A. *Complications after intracapsular hip fractures in young adults. A meta-analysis of 18 published studies involving 564 fractures*. Injury 2005;36:131-41.
- 3 Barrios C, Broström LA, Stark A, et al. *Healing complications after internal fixation of trochanteric hip fractures: the prognostic value of osteoporosis*. J Orthop Trauma 1993;7:438-42.
- 4 Kain MS, Marcantonio AJ, Iorio R. *Revision surgery occurs frequently after percutaneous fixation of stable femoral neck fractures in elderly patients*. Clin Orthop Relat Res 2014;472:4010.
- 5 McKinley JC, Robinson CM. *Treatment of displaced intracapsular hip fractures with total hip arthroplasty: comparison of primary arthroplasty with early salvage arthroplasty after 263 failed internal fixation*. J Bone Joint Surg Am 2010;84-A(11).
- 6 Archibeck MJ, Carothers JT, Tripuraneni KR, et al. *Total hip arthroplasty after failed internal fixation of proximal femoral fractures*. J Arthroplasty 2013;28:168-71. doi: 10.1016/j.arth.2012.04.003.
- 7 Gardner MJ, Robertson WJ, Boraiah S, et al. *Anatomy of the greater trochanteric 'bald spot': a potential portal for abductor sparing femoral nailing?* Clin Orthop Relat Res 2008;466:2196-200.
- 8 Hesse B, Gächter A. *Complications following the treatment of trochanteric fractures with the gamma nail*. Arch Orthop Trauma Surg 2004;124:692-8.
- 9 Makridis KG, Obakponovwe O, Bobak P, et al. *Total hip arthroplasty after acetabular fracture: incidence of complications, reoperation rates and functional outcomes: evidence today*. J Arthroplasty 2014;29:1983-90. doi: 10.1016/j.arth.2014.06.001.
- 10 Ranawat A, Zelken J, Helfet D, et al. *Total hip arthroplasty for posttraumatic arthritis after acetabular fracture*. J Arthroplasty 2009;24:759-67. doi: 10.1016/j.arth.2008.04.004.
- 11 Giannoudis PV, Grotz MR, Papakostidis C, et al. *Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis*. J Bone Joint Surg Br 2005;87:2-9.
- 12 Bellabarba C, Berger RA, Bentley CD, et al. *Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture*. J Bone Joint Surg Am 2001;83:868-76. doi: 10.1302/0301-620X.83B6.11649.
- 13 Peters CL, Miller M, Erickson J, et al. *Acetabular revision with a modular anti-protrusion acetabular component*. J Arthroplasty 2004;19:67-72.
- 14 Holt GE, Dennis DA. *Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty*. Clin Orthop 2004;429:209-14.
- 15 Levine B, Della Valle C, Jacobs J. *Applications of porous tantalum in total hip arthroplasty*. J Am Acad Orthop Surg 2006;14:646-55.
- 16 Paprosky WG, Sporer MS, Murphy BP. *Addressing massive bone deficiency what a cage will not do*. J Arthroplasty 2007;22:111-5.

M. d'Amato
A. Baldini

IFCA Villa Ulivella GIOMI, Firenze

Il planning pre-operatorio nella chirurgia di revisione di ginocchio

Pre-operative planning in total knee arthroplasty revision

Riassunto

L'intervento di protesi totale di ginocchio (PTG) è una procedura che sta diventando sempre più comune negli ultimi anni. E aumentando il numero assoluto di persone portatrici di una protesi di ginocchio, comincia ad aumentare sensibilmente anche il numero di interventi di revisione di ginocchio (rev-PTG). È stimato infatti che negli Stati Uniti nei prossimi 20 anni il numero di interventi di rev-PTG aumenterà del 600%. In letteratura i risultati clinici e funzionali dopo interventi di rev-PTG sono sicuramente meno soddisfacenti rispetto agli interventi di protesi primaria, con un numero di complicanze e un tasso di fallimento maggiore. Le principali cause di fallimento di rev-PTG sono: mobilizzazione asettica, malallineamento, instabilità, infezione, fra cui le due maggiori dopo le infezioni sono la mobilizzazione asettica e il malallineamento (insieme costituiscono fino al 50% di tutte le cause di fallimento). Entrambe queste cause di fallimento sono nella maggior parte dei casi correlate con una imprecisa tecnica chirurgica, e pertanto sotto il diretto controllo del chirurgo. Un accurato planning pre-operatorio tramite lucidi o software digitali permette al chirurgo di verificare la posizione corretta da dare all'impianto ancor prima di entrare in sala riducendo così il rischio di malallineamento e di malposizionamento dell'impianto intraoperatoriamente; ma allo stesso tempo può aiutare nel decidere quale grado di fissazione dare all'impianto e come darlo (quale tipo e lunghezza di stelo, se usare coni o sleeves), riducendo quindi il rischio di mobilizzazione asettica nel lungo termine. Un accurato planning pre-operatorio permette inoltre di comunicare preventivamente al proprio team le scelte che verranno fatte e le possibili "insidie" dell'intervento a cui tutti dovranno stare attenti, permette di avere in sala a disposizione tutto lo strumentario necessario e di ridurre i tempi chirurgici e di conseguenza il rischio infettivo. Scopo di questo articolo è elencare i punti cardine della pianificazione preoperatoria di un intervento di rev-PTG.

Parole chiave: protesi, revisione, ginocchio, planning

Summary

Total Knee Arthroplasty (TKA) is a procedure that is becoming increasingly common in the last years. Consequently, also the number of TKA revision (rev-TKA) also begins to increase significantly. It is estimated that in the United States over the next 20 years the number of rev-TKA procedures will increase by 600%. In literature the clinical and functional results after rev-TKA are certainly less satisfactory if compared to primary TKA, associated to more frequent complications and a greater failure rate. The most common causes of failure after rev-TKA are aseptic loosening, malalignment, instability, infection. After infection, the two most frequent cause of failure of rev-TKA are aseptic loosening and malalignment (together they represent up to 50% of all causes of failure). Most of the time, both of these causes of failure are related to an inaccurate surgical technique, and therefore under the direct control of the surgeon. An accurate pre-operative planning, using templates or digital software, allows the surgeon to verify the correct position to be given to the implant even before entering the operating room (OR), reducing the risk of malalignment and mal-positioning of the implant intraoperatively; but at the same time it can help in deciding which degree of fixation is needed and how to achieve it (which type and length of stem, whether to use cones/sleeves or not), with the purpose to reduce the risk of aseptic loosening in the long term. An accurate pre-operative planning also allows to communicate in advance to your team the choices that will be taken in the OR and the possible "pitfalls" of the surgery. This allows to have available in the OR all the instruments and all the prosthesis component needed, in order to reduce the surgical times and infection rate. The purpose of this article is to list the key points and how to perform step-by-step a pre-operative planning in total knee arthroplasty revision.

Key words: total knee revision, arthroplasty, planning, templating

Indirizzo per la corrispondenza:

Michele d'Amato

IFCA Villa Ulivella GIOMI

via del Pergolino, 4

50139 Firenze

drmicheledamato@gmail.com

Clinica ed esame obiettivo del paziente

Capire la causa di fallimento di un impianto è la chiave di successo per l'intervento di rev-PTG ¹. Diversi studi dimostrano come revisionare una PTG solo perché dolente, senza averne capito il motivo di fallimento, porta inevitabilmente ad un bassa possibilità di successo ²⁻⁴.

Ecco che diventa fondamentale raccogliere un'accurata storia clinica del paziente, valutando parametri come età, sesso, lavoro, richieste funzionali del paziente, aspettative dall'intervento. Devono essere attentamente valutate anche le comorbidità, come il diabete, vasculopatie, coagulopatie, obesità, stato mentale, fumo, farmaci assunti. Deve essere esclusa ogni tipo di infezione in atto in altri distretti e soprattutto nella sede dell'intervento.

Bisogna valutare patologie neuromuscolari pre-esistenti, come Parkinson o paralisi neurologiche, che per via dell'instabilità intrinseca dell'articolazione, porterebbero ad un alto stress sull'impianto nel lungo termine. In questi casi infatti risulta spesso indispensabile utilizzare un impianto di tipo vincolato o semi-vincolato ⁵.

Bisogna valutare le condizioni familiari e sociali del paziente, l'intervento di rev-PTG per il chirurgo si esaurisce in sala operatoria, ma per il paziente implica una lunga riabilitazione e serrati controlli anche fisioterapici per ridurre al minimo complicanze come rigidità, lesioni cutanee, infezioni da cattiva igiene. Risulta perciò importante, prima di intraprendere questi interventi, anche capire se il paziente e la sua rete sociale possono permettersi di far fronte a tutto ciò con un rischio accettabile.

Molto importante è valutare i precedenti interventi eseguiti dal paziente e la loro indicazione. Pazienti infatti che giungono da una PTG eseguita con poca o nulla artrosi (inferiore al grado 4 KL), hanno un tasso di dolore post-operatorio maggiore rispetto ai pazienti con artrosi franca ⁶. Operare questi pazienti di rev-PTG, a meno che non abbiano anche un evidente fallimento meccanico, non elimina la causa di dolore, quindi è utile informare il paziente che le possibilità di successo sono scarse, evitando di infondere false aspettative.

L'esame obiettivo comincia osservando il paziente camminare e verificando la presenza o meno di thrust o iperestensione. Un paziente con un thrust laterale può indicare un'eccessiva lassità dei tessuti del comparto esterno, oppure un allineamento meccanico in varo dell'impianto primario. Un paziente invece che deambula con il ginocchio in recurvato o in iperestensione può significare un'eccessiva lassità residua della PTG in estensione, una lesione della capsula posteriore, oppure una lesione di vecchia data dall'apparato estensore che ha portato allo stretching della capsula posteriore. Un paziente che deambula in iper-

restensione va valutato attentamente, dove l'identificazione della causa scatenante è di fondamentale importanza per scegliere quale tipo di impianto utilizzare e se eventualmente associare tecniche ricostruttive sull'apparato estensore. Un'iperestensione causata da una lesione della capsula posteriore ci porta a dover scegliere sempre per un impianto di tipo vincolato, mentre un'iperestensione da lassità dello spazio in estensione può essere generalmente risolta con un aumento dello spessore del polietilene o con un impianto semivincolato.

Vanno sempre valutate le pregresse cicatrici chirurgiche. Se ci troviamo di fronte a cicatrici longitudinali al ginocchio, la vascolarizzazione cutanea, passando da mediale a laterale, ci chiede di riutilizzare come accesso quella più laterale, oppure di lasciare almeno 5-6 cm di distanza tra una e l'altra. Se ci troviamo invece di fronte alla necessità di incrociarne una pregressa trasversale o obliqua, la chirurgia plastica ci insegna che le intersezioni devono avere un angolo di almeno 60-70° per ridurre al minimo il rischio di necrosi cutanea.

Valutare il range of motion (ROM) è importante per poter programmare i gesti chirurgici in sala operatoria. Se ci troviamo di fronte ad un ginocchio rigido per artrofibrosi sappiamo che dovremmo creare una sorta di "instabilità" intra-operatoria, sbrigliando il più possibile tutte le aderenze cicatriziali e liberando il quadricipite dalla corticale femorale anteriore. Se la rigidità è secondaria ad una rotula molto bassa che ha un conflitto con il polietilene può essere necessario associare anche un'osteotomia della tuberosità tibiale. Se ci troviamo invece di fronte ad un caso di lassità, quasi sempre è necessario salire di grado di vincolo.

Durante l'esame obiettivo del ROM bisogna distinguere quello che può essere un deficit di estensione per rigidità da un lag. Quando c'è una discrepanza fra l'estensione attiva e quella passiva del ginocchio allora si parla di lag. Quando è presente un lag c'è un'interruzione dell'apparato estensore, che può verificarsi a vari livelli: quadricipite, rotula o tendine rotuleo. Generalmente per capire dove ha sede la lesione è sufficiente l'esame obiettivo, con il quale notiamo un avvallamento nella sede incriminata, e la radiografie in laterale: una lesione sul tendine quadricipitale ci mostrerà una rotula notevolmente bassa, a livello della rotula noteremo una frattura con la diastasi dei due monconi, sul tendine rotuleo la lastra mostrerà una rotula molto alta.

È importante fare diagnosi accurata perché il trattamento cambia a seconda della sede della lesione e del tempo intercorso dalla comparsa del lag. Ad esempio una lesione acuta può essere trattata con una sutura termino-terminale e con tessuto autologo, mentre sapere che è presente da più di 2 mesi una lesione dell'apparato estensore

a livello quadricipitale è importante perché il trattamento prevede verosimilmente di associare alla rev-PTG un trapianto di apparato estensore completo. Avere a disposizione in sala operatoria un allograft di questo tipo non si può sicuramente improvvisare e necessita di un accurato planning.

Bisogna valutare la stabilità inoltre dell'impianto da revisionare per prevenire a quale grado di vincolo ricorrere. Un'instabilità in medio-laterale con solo uno dei comparti (mediale o laterale) insufficienti, è ben controllabile generalmente con un impianto semivincolato. Un'insufficienza combinata invece di entrambi i comparti o un'insufficienza della capsula posteriore, come già spiegato in precedenza, necessita sicuramente di un impianto di tipo vincolato. È importante inoltre durante l'esame obiettivo distinguere l'instabilità in estensione, in flessione ed alla mid-flexion. Un'instabilità simmetrica in flessione isolata può essere sintomo di un ridotto ripristino dell'offset posteriore del femore, quindi in sala operatoria e con il planning dovremo cercare di utilizzare la taglia di femore più grande che ci è concessa e posteriorizzarla il più possibile. Un'instabilità simmetrica in estensione isolata invece può essere sintomo di un errato bilanciamento degli spazi durante il primo impianto (ad esempio un femore troppo prossimalizzato). Ottenere queste informazioni prima di entrare in sala operatoria è importante per poterle comunicare tempestivamente al nostro personale di sala che si organizzerà per avere gli impianti specifici già pronti; ma è importante anche perché oggi solo pochi impianti ci permettono di passare da semivincolo a vincolo completo senza cambiare completamente la protesi e lo strumentario.

Studio radiografico preoperatorio

Le radiografie eseguite nel modo adeguato svolgono il ruolo forse più cruciale nella pianificazione pre-operatoria di una rev-PTG. Le immagini necessarie sono: RX sotto carico in antero-posteriore (AP), RX in latero-laterale (LL), RX AP sotto carico degli arti inferiori in toto, ed RX assiale di rotula a 45° secondo Merchant.

La rotazione del ginocchio e la corretta proiezione in tutte le radiografie sono importanti da rispettare. Ad esempio in un RX panoramica ed in un RX in AP la rotula deve sempre essere centrata in mezzo ai condili femorali, così come in un RX in LL i condili posteriori del femore devono essere sempre ben sovrapposti e non sproiettati. Un ginocchio sproiettato può falsare le misurazioni, una panoramica con il ginocchio intraruotato o extraruotato di soli 3° può influenzare la misurazione dell'asse meccanico di anche 5-6°⁷. Per ottenere sempre le corrette proiezioni è suggerito verificare la posizione del ginocchio in fluoroscopia e solo successivamente scattare la radiografia vera

e propria.

È di fondamentale importanza inoltre l'utilizzo di una calibrazione durante l'esecuzione di tutte queste RX. Kniessel et al hanno dimostrato come nelle PTG ci sia un'alta correlazione tra le taglie impiantate e quelle pianificate solo quando viene utilizzato un calibro di riferimento sulle lastre⁸. Quando si utilizza un PACS digitale, la calibrazione può essere automatica. In alternativa possono essere utilizzate sfere di una grandezza nota (ad esempio una testina femorale di 28 o 32 mm) e successivamente misurate sull'RX sviluppata. Correlare la misura su RX con il calibro utilizzato, garantirà accuratezza al planning.

È molto importante avere un calibro di riferimento soprattutto quando pianifichiamo rev-PTG in pazienti di taglie molto grandi o molto piccole, perché talvolta può essere necessario ricorrere ad impianti custom-made, cosa che non ci si può permettere di scoprire intraoperatoriamente.

Decisione del grado di fissazione

Scopo di questo articolo non è spiegare o discutere quale grado di fissazione dare alle nostre componenti protesiche durante una rev-PTG, in letteratura non esiste ancora una decisione univoca e condivisa a tal proposito. La nostra linea guida ripercorre il concetto introdotto da Morgan Jones nel 2015 con la "zonal fixation", ovvero di ottenere durante una rev-PTG un'ottima fissazione in almeno 2 zone su 3, fra epifisi, metafisi e diafisi⁹.

Il chirurgo in fase di pianificazione dovrà accertarsi di usare strategie di fissazione che garantiscano la presa in almeno due zone. Inoltre dovrà essere anticipata l'eventuale presenza di osso sclerotico per adottare a tale livello metodiche di fissazione non cementata non essendoci più a disposizione le trabecole per la penetrazione del cemento.

Pianificazione radiografica

Le prime misurazioni avvengono sull'RX panoramica. Per prima cosa si calcola l'asse meccanico dell'arto inferiore disegnando due rette: una retta parte dal centro della testa del femore e arriva al centro dei condili femorali del ginocchio, la seconda retta parte dal centro del talo fino ad arrivare al centro del piatto tibiale. L'angolo formato dall'intersezione di queste due rette è l'asse meccanico (Fig. 1). Se l'asse meccanico risulta essere varo o valgo si vanno a ricercare anche gli angoli di allineamento delle singole componenti femorale e tibiale rispetto all'asse meccanico. Per fare ciò sul femore si disegna la tangente ai condili femorali distali e si calcola l'angolo fra questa retta e quella dell'asse meccanico femorale. Lo stesso discorso vale per la tibia calcolando l'angolo fra la tangente alla resezio-

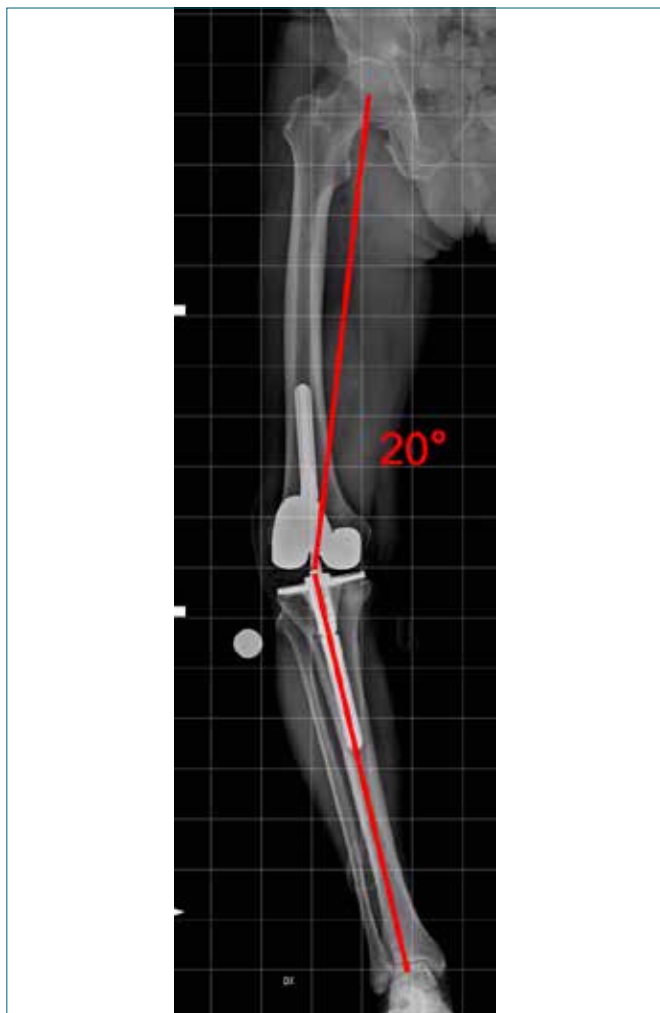


Figura 1. Asse meccanico dell'arto inferiore in toto: si ottiene disegnando l'intersezione fra la retta che parte dal centro della testa del femore e arriva al centro dei condili femorali del ginocchio, con la retta che parte dal centro del talo fino ad arrivare al centro del piatto tibiale.

ne del piatto tibiale e l'asse meccanico tibiale. Scopo del nostro intervento è ripristinare un asse meccanico neutro allineando perpendicolarmente ad esso sia la componente femorale che quella tibiale. Sapere preventivamente quanto dovremo modificare l'asse definitivo o se dovremo mantenerlo uguale al precedente, ci aiuta nell'aver più punti di riferimento intraoperatori. Ad esempio sapere che l'asse meccanico tibiale precedente è a 90° , dopo aver espantato la tibia (se non ho avuto perdite di sostanza) posso usare il piano osseo come punto di riferimento per la mia ricostruzione successiva. Se invece l'asse meccanico femorale precedente è in varo di 6° (come nell'esempio riportato in Fig. 2), una volta espantato il femore, si potrà



Figura 2. Asse meccanico della componente femorale, in questo caso in varo di 6° .

prevedere l'utilizzo di un augment femorale distale mediale di almeno 5 mm, oppure fare un re-cut di qualche millimetro del condilo femorale distale laterale ed usare augments simmetrici (Fig. 3).

Una volta definiti gli eventuali errori di allineamento commessi col precedente intervento si procede alla pianificazione delle singole componenti.

Plannig della componente femorale

Definito l'asse meccanico del femore si passa a calcolare l'AMA (Anatomical to Mechanical Angle): ovvero l'angolo fra l'asse meccanico femorale e l'asse anatomico femorale (la retta passante per il centro della metafisi femorale). Mullaji et al. hanno dimostrato come l'AMA cambi per ogni paziente da 3° fino a 11° ¹⁰, mentre quasi tutte le protesi da revisione hanno questo angolo fisso a 6° tra stelo e

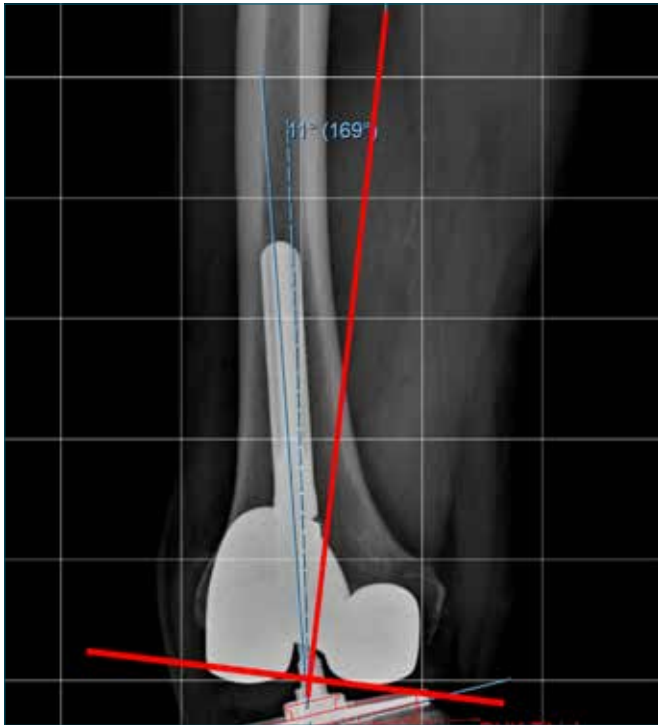


Figura 3. Disegnando la perpendicolare all'asse meccanico del femore (linea rossa) si può capire quanto difetto deve essere corretto di allineamento in varo-valgo.

parte epifisaria dell'impianto (Fig. 4). È intuitivo capire che se l'AMA del nostro paziente è 6° , allora la posizione definitiva del femore sarà perpendicolare all'asse meccanico, portandoci ad un corretto allineamento. Se invece l'AMA si discosta da questi 6° , allinearsi utilizzando come punto di riferimento la nostra diafisi femorale ci porterà ad un errore di allineamento del femore in varo (se l'AMA è maggiore di 6°) o in valgo (se l'AMA è inferiore a 6°).

In linea generale gli autori suggeriscono di utilizzare la diafisi femorale come punto di riferimento e quindi allinearsi ad essa, solo quando l'AMA del nostro femore è 6° o uguale all'AMA della protesi che impiantiamo. Ciò ci permetterà di usare steli lisci o osteointegranti senza difficoltà di allineamento. Diversamente AMA molto distanti da 6° (esempio di AMA 11° in Fig. 5) ci obbligheranno a svincolarci dalla diafisi femorale, costringendoci ad optare per steli corti cementati. L'esempio riportato in Figura 6 evidenzia come l'unico stelo possibile da utilizzare in quel caso è uno cementato con offset, e ci mostra come sia necessario puntarsi con l'apice dello stelo contro la corticale mediale del femore. Per tale scopo una strategia intraoperatoria è quella di esercitare una forza diretta medialmente (valida per questo caso) durante la fresatura del canale femorale. Sapere inoltre dal planning che non possiamo utilizzare



Figura 4. Angolo di valgismo del femore del impianto da revisione da noi utilizzato.

steli lunghi a sufficienza per dare la fissazione che vorremmo all'impianto, ci permette di pianificare soluzioni che aumentano la fissazione (come coni o sleeves) prima di entrare in sala operatoria. Nel caso mostrato in Figura 7 infatti, è stato pianificato l'utilizzo di un cono in tantalio che aumenta la fissazione metafisaria.

Dopo aver pianificato posizione, lunghezza e diametro dello stelo e di un eventuale cono, si passa a pianificare la dimensione della componente femorale. L'RX in LL è più accurata dell'RX in AP per determinare tale dimensione, gli autori pertanto suggeriscono di non determinare mai la dimensione del femore dall'RX in AP. Inoltre è sempre importante pianificare l'RX in LL sufficientemente lunga perché nei casi con diafisi femorale in procurvato spesso uno stelo lungo non si riesce ad alloggiare e dobbiamo optare per uno stelo corto anche se il femore in AP ci permetterebbe il contrario.

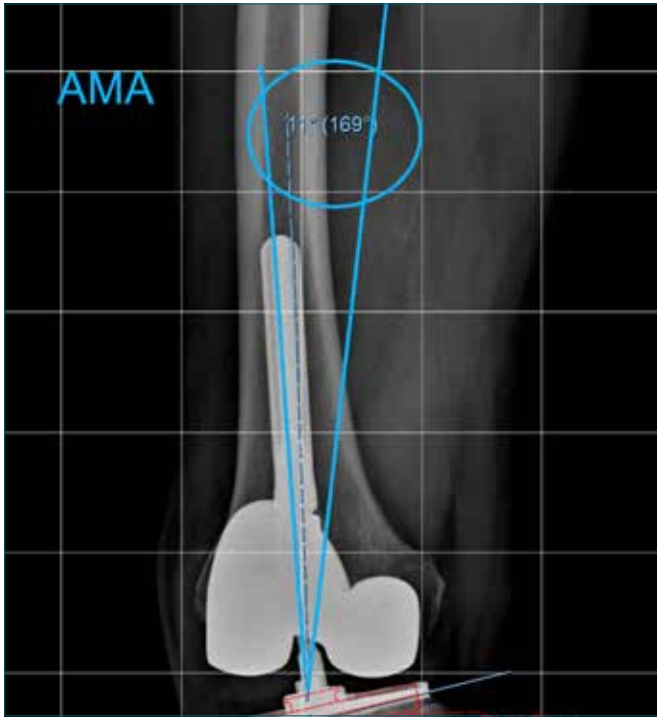


Figura 5. Nel caso in esempio l'AMA del paziente è di 11°.

Plannig della componente tibiale

Una volta determinato l'asse meccanico tibiale il consiglio degli autori è di verificare se questo è sovrapponibile con l'asse anatomico tibiale (la retta passante per il centro della diafisi tibiale) (Figg. 8-9).

Se il template dello stelo tibiale programmato, una volta posizionato a contatto con le pareti della diafisi tibiale, rimane parallelo all'asse meccanico tibiale, allora si può costruire la nostra tibia utilizzando le frese e il canale tibiale come punto di riferimento. Se l'apice dello stelo fuoriesce circa al centro del piatto tibiale in medio-laterale, allora si può pianificare di utilizzare tutti i tipi di stelo desiderati: non-cementa lisci o scanalati, osteointegranti, o cementati. Se l'apice invece esce di molto mediale o laterale rispetto al centro della tibia, allora si deve pianificare uno stelo con offset. Se anche lo stelo con offset non può essere alloggiato, o perché non decentra a sufficienza il piatto tibiale o perché l'ingombro ulteriore che dà l'offset ha un conflitto con una delle corticali (questo problema si verifica soprattutto con le tibie piccole), allora conviene utilizzare uno stelo corto cementato di diametro molto piccolo che rimane a contatto con una delle due corticali. Raramente accade che nemmeno quest'ultima soluzione sia attuabile per via di varianti anatomiche importanti della tibia (tibia ad S o tibia a sciabola); in queste situazioni gli autori suggeriscono di accettare 1° o 2° di deformità da recuperare poi

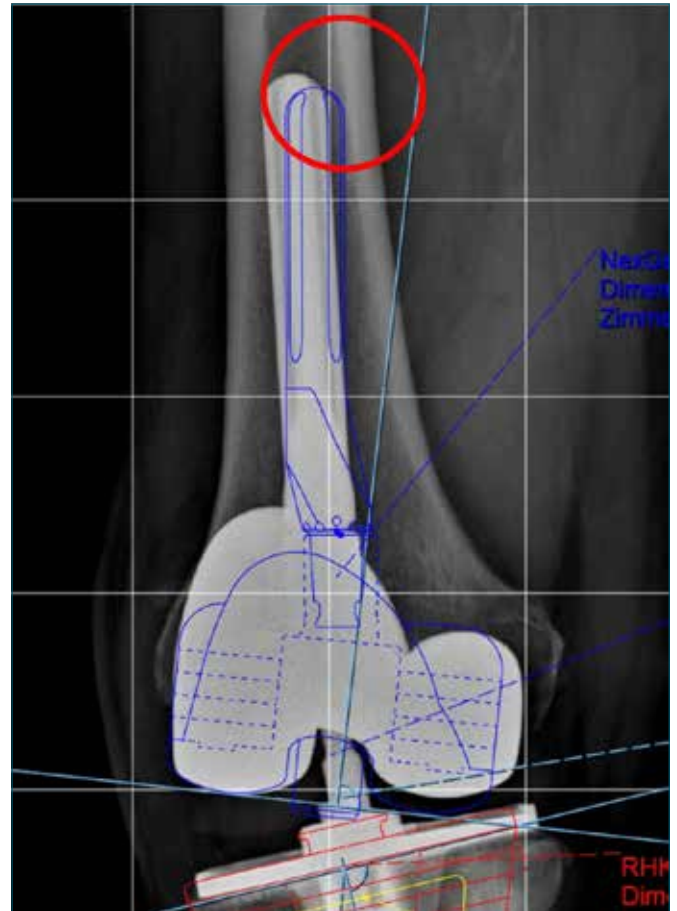


Figura 6. Con un paziente con un AMA di 11°, l'unico stelo che riesce ad alloggiarsi mantenendo un asse meccanico neutro a 0° è uno stelo corto con off-set. Qualsiasi stelo retto o più lungo avrebbe sfondato la corticale mediale oppure, seguendo il decorso della diafisi femorale, avrebbe spinto l'impianto in varo nuovamente.

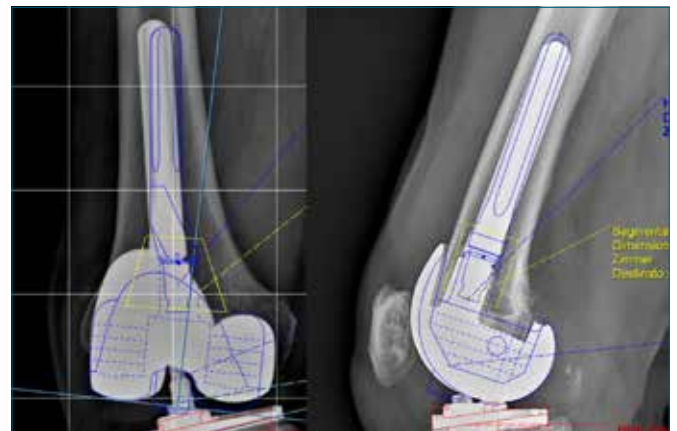


Figura 7. Pianificazione di un cono in metallo trabecolare per aumentare la fissazione.

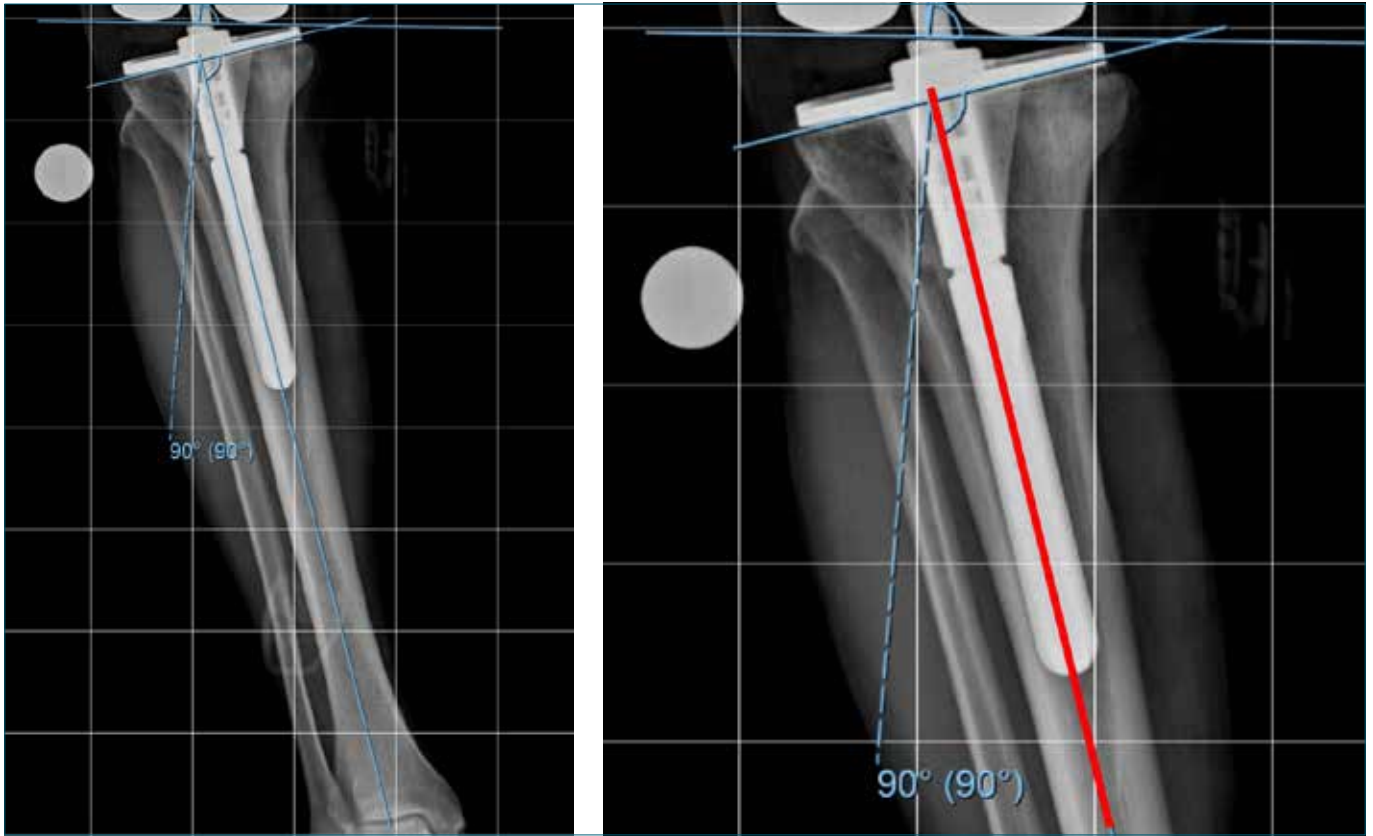


Figura 8-9. Asse meccanico ed anatomico tibiale in questo specifico caso coincidono, permettendo quindi di utilizzare steli retti senza restrizioni di lunghezza.

lasciando una controdeformità sul femore, oppure di sottodimensionare la tibia e rimuovere quei 2-3 mm di osso del piatto tibiale in eccedenza. Oppure in casi eccezionali di eseguire una concomitante osteotomia.

Anche qui, come sul femore, se l'anatomia tibiale ci costringe ad optare per steli più corti di quelli che vorremmo utilizzare non fornendoci una fissazione adeguata, possiamo saperlo in anticipo da questo planning e pianificare l'utilizzo di un cono tibiale.

Dopo aver determinato la posizione e dimensione di stelo e cono, si passa a decidere la dimensione del piatto tibiale. Nella tibia, a differenza del femore, l'RX che ci aiuta maggiormente nel decidere la taglia tibiale è l'AP.

Gli autori consigliano di pianificare sempre la tibia anche sull'RX in LL, in quanto alcune varianti anatomiche potrebbero forzare lo stelo anteriormente o posteriormente, e perché l'alloggiamento del cono tibiale spesso è difficoltoso proprio in questa proiezione (Fig. 10).

Dall'RX in LL deve essere verificata anche l'altezza della rotula. Una rotula bassa infatti può limitare severamente il ROM oppure può dare impingement contro il polietilene

causando dolore e un blocco della flessione (Fig. 11). È bene prevenire se il gesto chirurgico dell'osteotomia della tuberosità tibiale (TTO) sarà necessario o meno, in quanto anche il tipo di fissazione che andremo a dare al



Figura 10. Pianificazione del cono tibiale in metallo trabecolare per aumentare la fissazione.

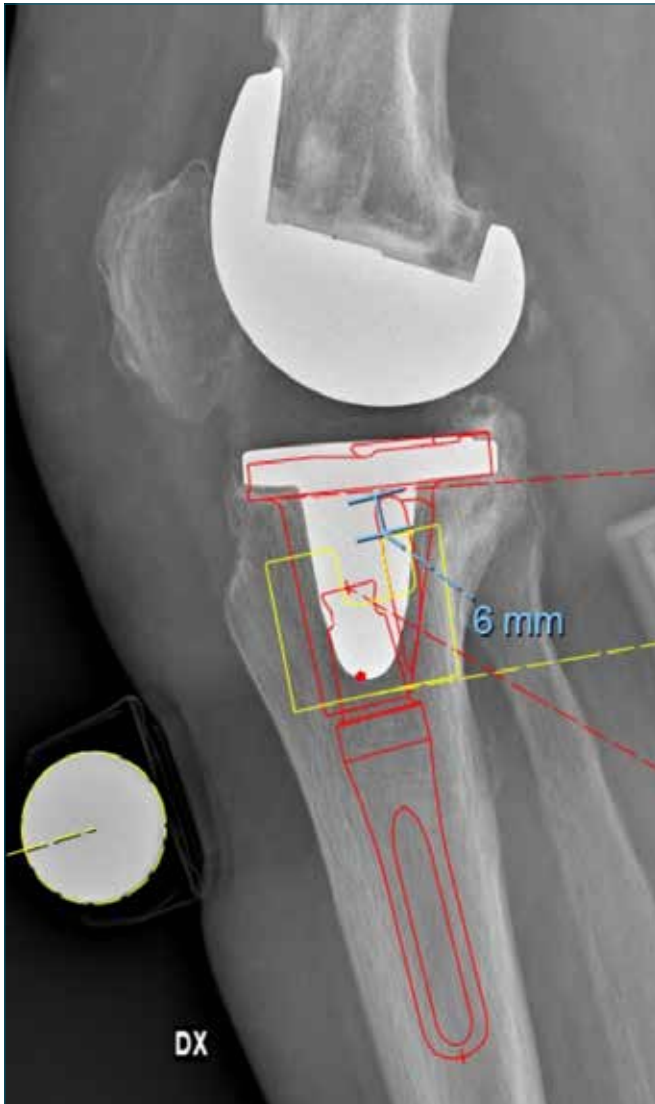


Figura 11. Dalla RX laterale la rotula è leggermente bassa e una volta protesizzata potrebbe provocare un conflitto con il polietilene del piatto tibiale. In questi casi è meglio pianificare un'eventuale trasposizione in innalzamento della tuberosità tibiale.

nostro impianto cambierà: infatti se l'osteotomia non è necessaria è possibile eseguire una cementazione pressurizzata della metafisi (Fig. 11). Mentre se andremo ad eseguire l'osteotomia della tuberosità allora la metafisi non potrà accogliere cemento pressurizzato perché rischierebbe di non integrarsi; in tal caso sarà quindi necessario aumentare la fissazione distalmente nella diafisi tibiale con uno stelo più lungo (Fig. 12).

Una trasposizione tibiale in innalzamento deve creare una bratta ossea di almeno 6-7 cm di lunghezza per 1,5 cm di profondità (Fig. 13). Gli autori suggeriscono di pianificare

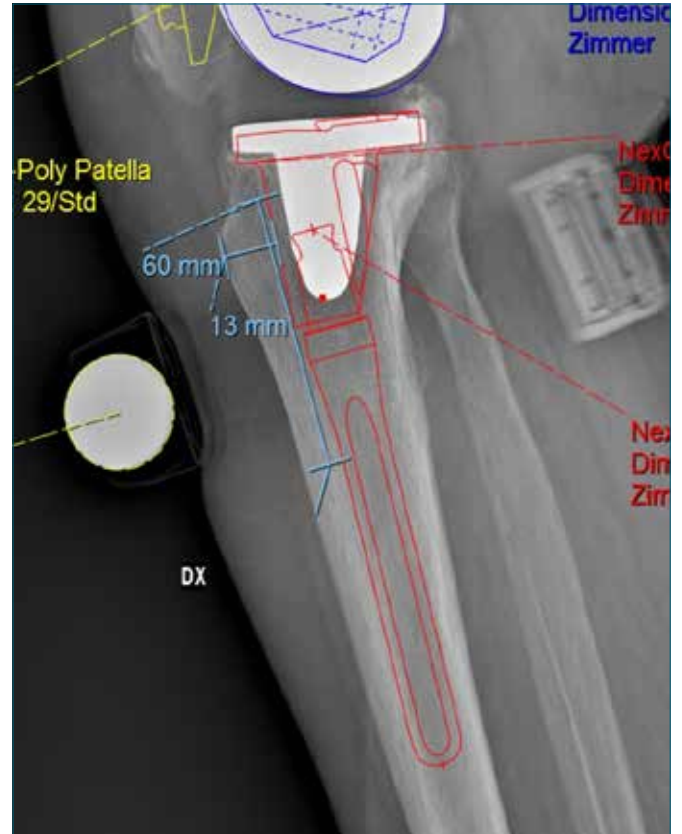


Figura 12. Bisogna pianificare di cambiare il tipo di fissazione se si dovesse decidere di alzare la tuberosità tibiale intraoperatoriamente. La cementazione non potrebbe più essere pressurizzata nel tratto prossimale, quindi dovrebbe essere estesa la fissazione distalmente con uno stelo più lungo.

sempre queste resezioni quando ritenute necessarie, in modo da rendersi meglio conto quale lunghezza di stelo sarà necessaria.

Conclusioni

L'intervento di rev-PTG sta diventando sempre più comune al giorno d'oggi ed è destinato a crescere ulteriormente. Le cause principali di fallimento delle rev-PTG sono la mobilitazione a settica e il malallineamento, entrambe cause che possono essere molto ridotte prestando più attenzione intra-operatoriamente ma soprattutto pianificando accuratamente pre-operatoriamente. Scopo di questo articolo è quello di aiutare a pianificare più consapevolmente e più meticolosamente ogni gesto chirurgico, senza lasciare nulla all'improvvisazione o all'utilizzo di riferimenti intraoperatori che spesso sono fuorvianti e potrebbero portare ad errore. È convinzione degli autori che

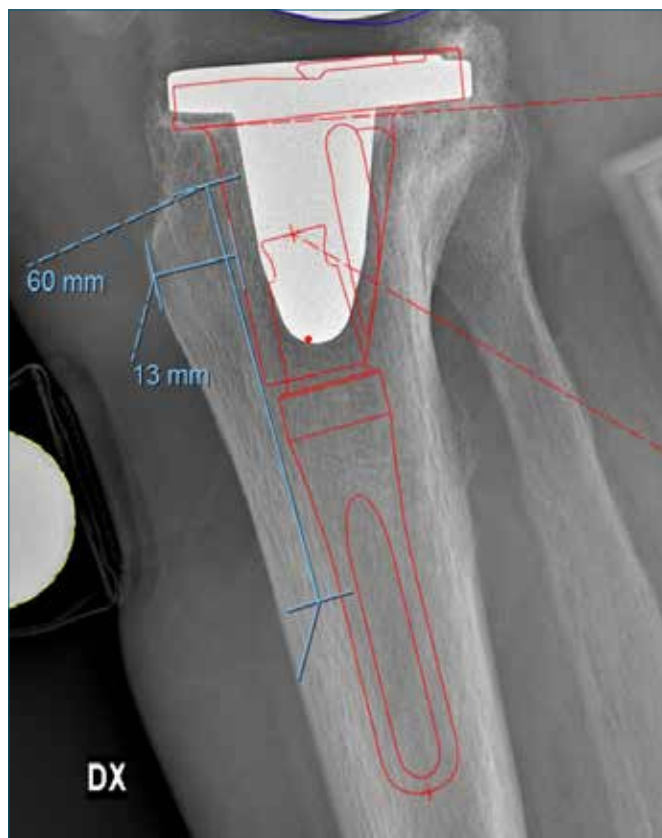


Figura 13. Pianificazione di una osteotomia della tuberosità tibiale con bratta di 6-7cm x 1,5 cm.

abituarsi ad eseguire un accurato planning pre-operatorio per ogni singolo caso di rev-PTG ridurrebbe considerevolmente il numero dei loro fallimenti.

Bibliografia

- 1 Greidanus NV, Peterson RC, Masri BA, et al. *Quality of life outcomes in revision versus primary total knee arthroplasty.* J Arthroplasty 2011;26:615-20. doi:10.1016/j.arth.2010.04.026.
- 2 Mortazavi JSM, Molligan J, Austin MS, et al. *Failure following revision total knee arthroplasty: Infection is the major cause.* Int Orthop 2011;35:1157-64. doi:10.1007/s00264-010-1134-1.
- 3 Postler A, Lutzner C, Beyer F, et al. *Analysis of total knee arthroplasty revision causes.* BMC Musculoskelet Disord 2018;19:1-6. doi:10.1186/s12891-018-1977-y.
- 4 Baier C, Lüring C, Schaumburger J, et al. *Assessing patient-oriented results after revision total knee arthroplasty.* J Orthop Sci 2013;18:955-61. doi:10.1007/s00776-013-0467-1.
- 5 Rodríguez-Merchán EC. *Total knee arthroplasty using hinge joints: indications and results.* EFORT Open Rev 2019;4:121-32. doi:10.1302/2058-5241.4.180056.
- 6 Peck CN, Childs J, McLauchlan GJ. *Inferior outcomes of total knee replacement in early radiological stages of osteoarthritis.* Knee 2014;21:1229-32. doi:10.1016/j.knee.2014.08.018.
- 7 Jiang CC, Insall JN. *Effect of rotation on the axial alignment of the femur. Pitfalls in the use of femoral intramedullary guides in total knee arthroplasty.* Clin Orthop Relat Res 1989;(248):50-6.
- 8 Kniesel B, Konstantinidis L, Hirschmüller A, et al. *Digital templating in total knee and hip replacement: An analysis of planning accuracy.* Int Orthop 2014; 38:733-9. doi:10.1007/s00264-013-2157-1.
- 9 Morgan-Jones R, Oussedik SIS, Graichen H, et al. *Zonal fixation in revision total knee arthroplasty.* Bone Jt J 2015;97:147-9. doi:10.1302/0301-620X.97B2.
- 10 Mullaji AB, Shetty GM, Kanna R, et al. *The influence of pre-operative deformity on valgus correction angle: an analysis of 503 total knee arthroplasties.* J Arthroplasty 2013;28:20-7. doi:10.1016/j.arth.2012.04.014.

A. Cozzi Lepri
M. Innocenti

Clinica Ortopedica, Università degli Studi
di Firenze, SOD Ortopedia, CTO, Firenze

Le revisioni settiche complesse di ginocchio

Complex revision total knee arthroplasty in periprosthetic joint infection

Riassunto

La chirurgia di revisione protesica può diventare particolarmente complessa in caso di infezione di mezzi di sintesi periarticolari, di impianti primari o ancor di più di protesi da revisione. Possono essere presenti importanti difetti ossei, come diretta conseguenza dell'infezione o indirettamente causati dalla rimozione delle componenti, degli steli diafisari di estensione e/o degli spaziatori. Talvolta l'apparato estensore può essere compromesso e spesso la stabilità legamentosa deficitaria. Il chirurgo deve pianificare in modo congruo l'intervento e prevedere la necessità di eventuali trapianti per ricostruzioni dei tessuti molli e avere a disposizione tutto l'armamentario necessario per poter affrontare queste situazioni: coni o sleeves, spessori, protesi con vari gradi di vincolo, protesi da resezione, carrier antibiotati, devono essere sempre disponibili. Tuttavia, non solo l'atto chirurgico di per sé può rendere la revisione complessa, ma spesso anche la parte decisionale può esserlo. Stabilire quale strategia di trattamento è la più corretta e quale è il momento più opportuno per reimpiantare in caso di revisioni in 2 tempi, è spesso molto difficile. Conoscere il corretto timing per intervenire, le possibili strategie terapeutiche e in particolare che alcune di esse non permettono di tornare indietro in caso di fallimento, sono altri fattori di estrema importanza.

Parole chiave: revisioni complesse di ginocchio, infezioni periprotetiche, stabilità legamentosa, apparato estensore, revisione in 2 tempi

Summary

Knee prosthetic revision surgery can be particularly complex in the case of infection of periarticular hardware, primary implants or revision prostheses. Massive bone defects may be present, as a direct consequence of the infection or indirectly caused by the removal of the cement spacers, diaphyseal extension stems and the components themselves. Sometimes the extensor apparatus can be compromised and often the ligamentous stability is deficient. The surgeon has to adequately plan the surgery and account for need of transplants for soft tissue reconstructions. All the equipment necessary to deal with these situations must always be available: cones or sleeves, wedges, prostheses with various degrees of constraint, megaprosthesis and antibioticized carriers. However, as well as the surgery, also the decision-making process can make the revision complex. Establishing which treatment strategy is the most correct and which is the most appropriate time to re-implant in case of two-stage revisions is difficult. Other relevant factors to be taken into account are the correct timing, all the possible strategies, and the possibility of their failure.

Key words: complex knee revisions, periprosthetic joint infections, ligamentous stability, extensor apparatus, two-stage revision

Introduzione

Il numero di protesi totali di ginocchio (PTG) sta aumentando in tutto il mondo e dato il numero di complicanze anche la necessità di revisione è in aumento^{1 2}.

L'infezione peri-prostetica è la complicanza forse più devastante e la corretta gestione di questa problematica è di importanza fondamentale³.

La chirurgia di revisione protesica può diventare particolarmente complessa in caso di infezione di impianti primari causate da microrganismi particolarmente aggressivi o in caso di infezione di protesi già revisionate. Possono essere presenti importanti difetti ossei, come diretta conseguenza dell'infezione o indirettamente

Indirizzo per la corrispondenza:

Andrea Cozzi Lepri

Clinica Ortopedica, SOD Ortopedia

CTO, largo P. Palagi, 1

50139 Firenze

andreaco84a@gmail.com

causati dalla rimozione delle componenti stesse, di steli diafisari di estensione, di spaziatori o di mezzi di sintesi periarticolari. Talvolta l'apparato estensore può essere compromesso e spesso la stabilità legamentosa deficitaria. Attualmente esistono molte modalità di trattamento, ognuna delle quali presenta rischi e benefici specifici per il paziente ⁴.

Tuttavia, non solo l'atto chirurgico in sé può rendere la revisione complessa, ma spesso anche la parte decisionale può esserlo. Stabilire quale strategia di trattamento è la più corretta e soprattutto quale è il momento più opportuno per reimpiantare in caso di revisioni in 2 tempi, è spesso molto difficile.

Scopo di questo lavoro è rivisitare la più recente letteratura sulle strategie chirurgiche e sull'efficacia di alcuni trattamenti in caso di revisioni complesse di protesi di ginocchio infette.

La revisione in caso di distruzione dell'apparato estensore

Quando l'infezione e un apparato estensore compromesso o completamente distrutto sono complicanze concomitanti nello stesso paziente, la capacità del chirurgo di salvare l'arto è sostanzialmente inficiata, per cui spesso vengono prese in considerazione procedure come l'artrodesi del ginocchio o l'amputazione sopra il ginocchio. Tuttavia, gli outcome clinici e funzionali dopo questi interventi sono scarsi ^{5,6}.

Mentre però esistono diverse opzioni per la gestione di un'infezione, quelle disponibili per la ricostruzione del meccanismo estensore sono meno durevoli e meno affidabili, in particolare in questi casi complessi.

La riparazione primaria può essere accettabile in fase iniziale o parziale rottura, ma ha dato risultati scarsi ed è stata in gran parte abbandonata nel trattamento della rotture complete croniche. Molteplici tecniche di augmentation autologa sono state descritte, sebbene la scarsa qualità del tessuto locale rendeva problematica la ricostruzione con autograft ⁷.

La ricostruzione con allotrapianto con tendine di Achille con bratta ossea o con un intero meccanismo estensore è diventata negli anni il gold standard. Tuttavia, a medio e lungo termine i risultati di queste ricostruzioni hanno avuto variabili e incoerenti risultati, con una certa quantità di casi segnalati con extension lag progressivo ^{8,9}. Le perplessità nell'uso di un allotrapianto includono inoltre disponibilità, costo, reazioni immunitarie e rischi di trasmissione di infezioni.

Recentemente Perry et al. hanno pubblicato i risultati di 16 casi di ricostruzione dell'apparato estensore in esiti di PTG infette con mesh in monofilamento di polipropilene ¹⁰. La

tecnica originaria descritta da Browne and Hanssen prevede di creare con un burr nella parte anteromediale-proximale della tibia una depressione per alloggiare l'innesto della mesh che poi viene fissato con polimetilmetacrilato e vite con rondella ¹¹. Un lembo di tessuto ospite a base laterale viene poi elevato e interposto tra la mesh e il polietilene. Attraverso un portale nei tessuti molli laterali la mesh viene fatta scorrere da profonda a superficiale in relazione al retinaculum e alla rotula, che con il tendine del quadricipite è mobilizzata e avanzata per ripristinare l'altezza rotulea appropriata. L'innesto è poi fissato con sutura al retinacolo laterale, al vasto laterale e al tendine del quadricipite. In caso di revisione per infezione, che prevede la cementazione della componente tibiale, non è necessario creare una depressione nella parte prossimale-anteriore della tibia, ma la mesh viene cementata nel canale midollare. La componente femorale è quindi successivamente cementata sul posto e il rimanente tessuto ospite viene poi chiuso sopra la mesh nel classico modello "pants-over-vest" descritto nello studio originale. A 2 anni di follow-up, gli autori riportano un tasso di sopravvivenza senza fallimento della mesh dell'86%, di sopravvivenza senza recidiva dell'infezione dell'87% e di sopravvivenza senza infezione o fallimento della mesh del 75%. Il KSS (Knee Society Score) medio era migliorato da 48 prima della resezione a 74 dopo ricostruzione e reimpianto. L'extension lag era migliorato da 31° prima della resezione a 3° dopo la ricostruzione.

La revisione nei difetti ossei massivi

L'infezione causa una reazione infiammatoria acuta e la produzione di citochine che oltre a portare alla formazione di essudato possono avere azione osteolitica generando una rapida perdita ossea. Anche organismi a bassa virulenza, come *Staphylococcus epidermidis*, possono risultare in una progressiva radiolucenza periprotetica senza segni clinici franchi di infezione.

Ulteriori perdite ossee sono associate al trattamento stesso, come ad esempio al momento della rimozione dell'impianto (Fig. 1).

Le revisioni in 2 tempi inoltre portano a ulteriore perdita ossea per fattori meccanici dovuti all'uso di spaziatori antibiotici che generano fenomeni di compressione e abrasione. In media è stimata una perdita ossea di 12,8 mm per il femore e 6,2 mm per la tibia.

Opzioni comunemente accettate per il trattamento di difetti ossei nelle revisioni includono cemento da solo o rinforzato con viti o reti, impianti modulari o personalizzati con coni, sleeves e spessori, allotrapianti o allotrapianti. La tecnica utilizzata dipende dal grado di perdita ossea e la misura in cui il difetto è contenuto.



Figura 1. Esiti di infezione di mezzi di sintesi. Rimozione dei mezzi di sintesi in blocco unico con il terzo distale di femore (A); spaziatore cementato antibiotato a colmare il gap in attesa di successivo intervento di impianto di protesi da resezione alla risoluzione dell'infezione (B).

Il cemento, che ha un ruolo nei difetti contenuti dove la perdita ossea è minima, ha come principale vantaggio che può essere modellato in caso di difetto irregolare; tuttavia è un materiale non fisiologico e manca l'integrità biomeccanica anche nei difetti più grandi se usato con viti.

I moderni sistemi protesici da revisione sono in grado di affrontare la perdita di tessuto osseo con l'uso di spessori, coni e sleeves sia per la tibia che per il femore. Tuttavia per gli spessori, il massimo gap colmabile in flessione/estensione equivale a una distanza di 4 cm; pertanto perdite maggiori richiedono ricostruzioni con trapianti massivi o mega protesi. Gli augment risultano molto utili sul lato femorale dove è più comune una perdita ossea asimmetrica. L'uso dei supplementi distali è di aiuto anche per ripristinare in modo più accurato la joint line anatomica e il posterior condylar off-set mentre quelli posteriori sono molto utili per correggere errori di rotazione da procedura primaria e perdita ossea asimmetrica. I coni solitamente sono fatti di tantalio ma più recentemente sono stati utilizzati dispositivi porosi in titanio; tuttavia la letteratura disponibile si concentra principalmente sui primi in quanto per quelli in titanio non c'è alcun dato a lungo termine pubblicato al momento. Una porosità media dell'80% con modulo di elasticità vicino all'osso spongioso ne consente un migliore trasferimento fisiologico del carico che riduce lo stress shielding e migliora le proprietà osteoconduttive con migliore potenziale di osteointegrazione. Il basso modulo di elasticità e l'alto coefficiente di attrito contribuiscono inoltre a fornire un'impalcatura stabile finalizzata alla

ricostruzione articolare¹². Studi istologici hanno mostrato un basso potenziale di adesione batterica con maggiore attivazione dei leucociti, riducendo il rischio di re-infezioni¹³.

Oggi ci sono diverse dimensioni e forme di coni, simmetrici e asimmetrici, per adattarsi alla maggior parte dei difetti. Il cono viene inserito press-fit e viene utilizzato il cemento solo per fissare l'impianto al dispositivo poroso, consentendo una più ampia gamma di rotazione e allineamento dell'impianto, indipendentemente dalla posizione del cono, che è la differenza sostanziale rispetto agli sleeves che sono un tutt'uno con lo stelo. Eventuali gap tra la superficie porosa e l'osso ospite devono essere riempiti con allotrapianto di osso morcellizzato, autotrapianto o sostituti ossei. I coni inoltre forniscono una stabilità metafisaria immediata, che con la stabilità assiale fornita dallo stelo, che sia cementato o no, consente un carico precoce. Lo svantaggio principale dei coni, così come per gli sleeves, è l'estrazione difficile in caso di ulteriori revisioni, mostrando una solida osteointegrazione anche in situazioni di reinfezione, rendendo così i coni non la prima scelta per la perdita ossea nei pazienti giovani.

Quando l'entità della perdita ossea è così grande che l'articolazione potrebbe non essere ricostruibile con impianti di revisione è necessario ricorrere alle protesi tumorali che permettono l'uso di vincoli maggiori quando l'integrità legamentosa è altresì compromessa. Gli esiti funzionali, soprattutto negli anziani con basse richieste sembrano essere soddisfacenti in termini della qualità della vita. I problemi principali con questo tipo di sostituzione sono il ripristino della corretta lunghezza e rotazione dell'arto, la ricostruzione del meccanismo estensore, la stabilità primaria e secondaria e la guarigione della ferita.

A causa della relativamente scarsa copertura da parte dei tessuti molli, dell'approccio esteso e del prolungato tempo operatorio, il rischio di re-infezione rappresenta una delle più temibili e disastrose complicazioni, che purtroppo in questi casi esitano nell'amputazione sopra il ginocchio.

La revisione nel ginocchio instabile

In caso di infezione spesso la perdita ossea va di pari passo con la perdita di stabilità legamentosa, pertanto la scelta del tipo di vincolo dipenderà sia dal grado di instabilità che della perdita ossea. Spesso l'instabilità si manifesta nella prima fase delle revisioni in 2 tempi, con l'uso di spaziatori antibiotati, sia dinamici che statici, con non infrequenti lussazioni o sub-lussazioni (Fig. 2).

Gli impianti CCK (acronimo per l'inglese "constrained condylar knee") più utilizzati sono quelli definiti parzialmente vincolati, il che significa che il post è più largo di uno standard ma non completamente congruente con



Figura 2. Esiti di infezione di PTG. Spaziatore dinamico con carrier antibiotato di solfato di calcio a un mese post-op dopo il primo intervento di rimozione della PTG (A). Lussazione a 10 gg dall'intervento del secondo spaziatore dinamico, che era stato impiantato 3 mesi dopo il primo per non risoluzione dell'infezione (B).

la camma intercondilare della componente femorale; in questo modo viene così garantita la stabilità medio-laterale e rotazionale ma al tempo stesso un minima libertà di movimento (circa 5° rispetto al solo 1° di movimento coronale per il CCK standard). Questi sistemi possono essere usati in caso di insufficienza (ma non assenza) dei legamenti collaterali e perdita ossea moderata (tipo 2 sec. la classificazione AORI per i difetti ossei).

In presenza di rottura completa / assenza dei legamenti con perdita ossea moderata (tipo 2) o grave (tipo 3) è indicato invece usare protesi incernierate (o hinged). I moderni impianti possono fornire un inserto fisso o mobile che permette un certo grado di rotazione sul piano assiale (rotating-hinge), il che permette una riduzione degli stress trasmessi all'interfaccia osso-protesi. Nonostante recenti lavori riportano accettabili risultati a lungo termine, tuttavia alcuni autori allertano sull'alto tasso di complicanze e fallimenti meccanici¹⁴⁻¹⁶.

Recentemente Kearns et al. hanno riportato i risultati di 65 revisioni con protesi rotating-hinge, di cui il 19% per infezione. A due anni il KSS era raddoppiato. L'incidenza delle complicanze era del 38,7%, ma tra le complicanze più comuni erano riportate fratture periprotetichesche, la rottura del meccanismo estensore e l'infezione. La sopravvivenza stimata era del 70,7% a 5 anni¹⁷.

Strategie terapeutiche e timing

Ad oggi la revisione in due tempi è attualmente la più accettata strategia chirurgica per il trattamento delle infezioni periprotetichesche, anche se dall'ultimo Consensus di Phila-

delphia emerge che la procedura one-stage è sempre più attuata in tutto il mondo¹⁸. Ad ogni modo il tasso di successo per la revisione di ginocchio in 2 tempi è di circa il 90%, con risultati migliori rispetto alla procedura one-stage¹⁹.

Il problema principale in questi casi resta spesso scegliere il timing corretto per reimpiantare, cosa che emerge ancora dal recente Consensus di Philadelphia in cui non era stato raggiunto un consenso unanime, con una tempistica variabile da 2 settimane ad alcuni mesi tra il posizionamento dello spaziatore antibiotato e il reimpianto¹⁸. Recentemente abbiamo pubblicato una proposta di algoritmo diagnostico-terapeutico per la scelta del corretto timing, che si basa sull'identificazione del germe responsabile e anche sull'utilizzo di imaging nucleare per decidere se cambiare lo spaziatore antibiotato o rimuoverlo e reimpiantare²⁰.

Quando viene impiantato lo spaziatore antibiotato nella prima fase di una revisione in due tempi, vanno presi in considerazione anche i carrier antibiotati che possono venir caricati con l'antibiotico per cui il germe è sensibile sulla base dell'antibiogramma. Esistono alcuni carrier in forma di solfato calcio riassorbibile che permette un rilascio prolungato dell'antibiotico nel tempo. Al momento del reimpianto sono anche disponibili carrier in forma di gel che viene spalmato sulla protesi con lo scopo di minimizzare la colonizzazione precoce al momento dell'impianto.

Conclusioni

La chirurgia di revisione di protesi di ginocchio infette è procedura complessa. La complessità nasce dal dover affrontare in prima istanza la corretta scelta della strategia terapeutica da attuare e successivamente dalle difficoltà tecniche legate alla presenza di difetti ossei, instabilità e deficit dell'apparato estensore che talvolta possono coesistere. Per affrontare questa chirurgia, che non può essere improvvisata, sarà fondamentale avere a disposizione un team multidisciplinare nella fase diagnostica e di scelta strategica e un armamentario terapeutico completo, ovviamente senza prescindere da una opportuna tecnica operatoria e conoscenza di tutte queste problematiche da parte del chirurgo.

Bibliografia

- 1 Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, et al. *The epidemiology of revision total knee arthroplasty in the United States*. Clin Orthop Relat Res 2010;468:45-51.
- 2 Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, et al. *The epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States*. J Bone Joint Surg Am 2009;91:128-33.
- 3 Bozic KJ, Grosso LM, Lin Z, et al. *Variation in hospital-level risk-standardized complication rates following elective pri-*

- mary total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:640-7.
- 4 Parkinson RW, Kay PR, Rawal A. *A case for one-stage revision in infected total knee arthroplasty*. *Knee* 2011;18:1-4.
 - 5 Fedorka CJ, Chen AF, McGarry WM, et al. *Functional ability after above-the-knee amputation for infected total knee arthroplasty*. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:1024-32.
 - 6 Chen AF, Kinback NC, Heyl AE, et al. *Better function for fusions versus above-the-knee amputations for recurrent periprosthetic knee infection*. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:2737-45.
 - 7 Cadambi A, Engh GA. *Use of a semitendinosus tendon autogenous graft for rupture of the patellar ligament after total knee arthroplasty. A report of seven cases*. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:974-9.
 - 8 Parker DA, Dunbar MJ, Rorabeck CH. *Extensor mechanism failure associated with total knee arthroplasty: prevention and management*. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:238-47.
 - 9 Burnett RS, Berger RA, Paprosky WG, et al. *Extensor mechanism allograft reconstruction after total knee arthroplasty. A comparison of two techniques*. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:2694-9.
 - 10 Perry KI, Salib CG, Larson DR, et al. *Two-stage exchange and marlex-mesh reconstruction for infection with extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty*. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100:1482-9.
 - 11 Browne JA, Hanssen AD. *Reconstruction of patellar tendon disruption after total knee arthroplasty: results of a new technique utilizing synthetic mesh*. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:1137-43.
 - 12 De Martino I, De Santis V, Sculco PK, et al. *Tantalum cones provide durable midterm fixation in revision TKA*. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473:3176-82.
 - 13 Schildhauer TA, Robie B, Muhr G, et al. *Bacterial adherence to tantalum versus commonly used orthopedic metallic implant materials*. *J Orthop Trauma* 2006;20:476-84.
 - 14 Farid YR, Thakral R, Finn HA. *Intermediate-term results of 142 single-design, rotating-hinge implants: frequent complications may not preclude salvage of severely affected knees*. *J Arthroplasty* 2015;30:2173e80.
 - 15 Cottino U, Abdel MP, Perry KI, et al. *Long-term results after total knee arthroplasty with contemporary rotating-hinge prostheses*. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:324e30.
 - 16 Smith TH, Gad BV, Klika AK, et al. *Comparison of mechanical and non mechanical failure rates associated with rotating hinged total knee arthroplasty in non tumor patients*. *J Arthroplasty* 2013;28:62e67.e1.
 - 17 Kearns SM, Culp BM, Bohl DD, et al. *Rotating hinge implants for complex primary and revision total knee arthroplasty*. *J Arthroplasty* 2018;33:766-70.
 - 18 *Proceedings of the International Consensus Meeting on Periprosthetic Joint Infection*. Chairmen: Parvizi J, Gehrke T. https://siot.it/wp-content/uploads/2018/10/International_Consensus_Meeting_Periprosthetic_Joint_Infection.pdf
 - 19 Romano CL, Gala L, Logoluso N, et al. *Two-stage revision of septic knee prosthesis with articulating knee spacers yields better infection eradication rate than one-stage or two-stage revision with static spacers*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20:2445-53.
 - 20 Cozzi Lepri A, Del Prete A, Soderi S, et al. *The identification of pathogens associated with periprosthetic joint infection in two-stage revision*. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2019;23:101-16.

M. Thaler
R. Lechner

Department of Orthopaedic Surgery,
Medical University Innsbruck

Complex revision surgery

Summary

Most knee and hip replacement procedures successfully provide patients with many years of pain-free mobility. However, knee and hip replacement surgeries sometimes fail due to a variety of factors. In any of these scenarios, patients need what's known as revision surgery to repair the damage or replace the original components. As the number of revisions are increasing also the level of defects is getting more difficult and therefore the surgical challenges for surgeons are getting more and more difficult. Complex revision surgery is nowadays daily clinical practice in high volume centers.

Key words: complex revision surgery, total hip arthroplasty, complications

The total number of THA revisions has been increasing steadily. These revisions are getting more difficult and challenging for surgeons and patients. Revision surgery tends to be more complicated than initial hip or knee replacement. That's because the original prosthesis may have fused with your bones. And you may require bone grafting or other specialized procedures to repair any damage that has occurred. The diagnosis and management and of revision surgery is challenging and places a high cost burden on hospitals and health insurance system. Different treatment protocols exist for bone and soft tissue defects exist, based on different classification systems. Until now, no clear evidence has existed regarding which might be the best treatment protocol for patients undergoing complex revision surgery. Also, long term follow-up results in terms of patient satisfaction and long-term functional outcome are still missing. Revision total hip arthroplasty is a complex, time consuming, and technically challenging procedure with substantially different resource requirements than primary total hip arthroplasty. Revision surgeries are more demanding, more time consuming, and associated with greater liability for the surgeon. It has been reported that surgeons with a higher revision volume have lower complications. Expertise in both fracture management and joint reconstruction is often necessary to provide the best care and outcomes for patients requiring THA revision in the setting of periprosthetic acetabulum fractures. In revision arthroplasty procedures, operative times usually are longer and bone loss frequently necessitates bone graft, other augmentation, or both. Length of hospital stay and postoperative complication rate also may be higher. These parameters result in substantially higher hospital costs for revision surgery.

Various classification systems have been proposed to attempt to address these surgical challenges. One commonly used classification is the Paprosky classification for femoral and acetabular bone loss, which is a categorization based on bone loss location and degree of severity, and proposes a treatment algorithm for surgical reconstruction based on these measures.

Revisions for periprosthetic acetabulum loosening and fractures present an increasing number of patients undergoing revision surgery. These complications are very distinguished challenges for both surgeons and patients. These fractures, which involve the socket of the hipbone, can occur intraoperatively or in the post-operative period and are associated with a number of complications, including hip osteonecrosis, nonunion and implant loosening. Reduction and fixation of periprosthetic acetabulum fractures is a complex undertaking because pre-existing implants can obstruct reduction and proper placement of fixation devices.

Pelvic discontinuity, in particular, can be challenging to manage. More often seen

Indirizzo per la corrispondenza:
Martin Thaler
martin.thaler@tirol-kliniken.at



Figure 1. Showing a complex defect situation on the acetabulum with severe acetabular.



Figure 2. Showing the postoperative x-ray with the reconstruction of the defect with bone graft and a cup in cage technique

in women and patients with inflammatory arthritis, pelvic discontinuity occurs in the setting of both THA and hemiarthroplasty. Vertical migration of the femoral component is common. Discontinuities can occur intra-operatively or post-operatively. The incidence of periprosthetic hip fractures is reported by



Figure 3. Showing an x-ray of the patients 5 years after the revision procedure.

the national joint registries to be 25.3 per 1000 total hip replacements. The incidence varies according to patient demographics, implant type, technologies, and the length of follow-up investigations. The surgery for PFF with the revision of the femoral component can be very demanding technically and is associated with a high rate of complications (18%) and reoperations (23%).

Another challenging procedure is the treatment of periprosthetic joint infections. These complex revision cases are sometimes associated with severe soft tissue defects. New techniques and technologies, like surgical approaches, minimal invasive instruments and shorter stems have been introduced for primary THA. Consequently, also surgical approaches and traditional techniques should be carefully re considered in revision THA. With the increasing number of revision surgeries, surgeons' effort should be focused on evaluating new ideas and concepts. As technique and technology improves, new revision concepts can be introduced.

References

- 1 Barber TC, Healy WL. *The hospital cost of total hip arthroplasty.* J Bone Joint Surg 1993;75A:321-5.
- 2 Barrack R, Hoffman GJ, Tejero WV, et al. *Surgeon work input and risk in primary versus revision total joint arthroplasty.* J Arthroplasty 1995;10:281-6.
- 3 Barrack RL. *Economics of revision total hip arthroplasty.* Clin Orthop 1995;319:209-14.
- 4 Callaghan JJ, Salvati EA, Pellicci PM, et al. *Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up.* J Bone Joint

- Surg Am 1985;67:1074-85.
- ⁵ D'Antonio J, McCarthy JC, Bargar WL, et al. *Classification of femoral abnormalities in total hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 1993;(296):133-9.
- ⁶ Della Valle CJ, Paprosky WG. *The femur in revision total hip arthroplasty evaluation and classification*. Clin Orthop Relat Res 2004;420:55-62.
- ⁷ Green M HP, Porter M, Price A, et al. 13th Annual Report 2016. *National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man*. Surgical data to 31 December 2015. National Joint Registry 2016.
- ⁸ Kang MN, Huddleston JI, Hwang K, et al. *Early outcome of a modular femoral component in revision total hip arthroplasty*. J Arthroplasty 2008;23:220-5.
- ⁹ Kurtz S, Mowat F, Ong K, et al. *Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002*. J Bone Joint Surg Am 2005;87:1487-97.
- ¹⁰ Lindahl H. *Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty*. Injury 2007;38:651-4.
- ¹¹ Paprosky WG, Greidanus NV, Antoniou J. *Minimum 10-year-results of extensively porous-coated stems in revision hip arthroplasty*. Clin Orthop Relat Res 1999;(369):230-42.
- ¹² Sculco TP, Sporer SM. *Primary total hip and knee arthroplasty projections for the US population to the year 2030*. American Academy of Orthopaedic Surgeons; Rosemont, IL: 2002.
- ¹³ Sheth NP, Melnic CM, Rozell JC, et al. *Management of severe femoral bone loss in revision total hip arthroplasty*. Orthop Clin N Am 2015;46:329-42.

S. D'Adamio
M. Lillo
R. Vitiello
G. Maccauro

*Department of Orthopaedics and
Traumatology, Fondazione Policlinico
Universitario A. Gemelli IRCCS -
Università Cattolica del Sacro Cuore,
Rome, Italy*

Chirurgia oncologica ortopedica nella terza età

Orthopaedic oncology surgery in elderly patients

Riassunto

L'età media della popolazione mondiale, ed italiana in particolare, è in continua crescita. Questa fascia di popolazione considerata "fragile" è spesso colpita da patologie oncologiche, di natura muscoloscheletrica e non, che pongono il chirurgo davanti a dubbi e scelte delicate riguardo il miglior iter diagnostico-terapeutico da adottare a causa dell'estrema variabilità in termini di condizioni generali e comorbidità di questi pazienti. È necessario un approccio multidisciplinare a queste patologie quando riscontrate nella terza età, ricordando sempre i numerosi fattori di rischio peculiari che devono guidare gli specialisti nella scelta del trattamento più adeguato. Gli autori propongono quindi una sintesi degli attuali orientamenti chirurgici per le principali entità nosologiche oncologiche ortopediche che colpiscono i pazienti anziani.

Parole chiave: chirurgia oncologica, anziano, condrosarcoma, myxofibrosarcoma

Summary

The older population continues to grow at an unprecedented rate worldwide and especially in our Country. This "frail" community is more often affected by oncological pathologies of different nature, which represent a challenge for the orthopaedic surgeon because it's even harder than usual to find the most appropriate diagnostic and therapeutic approach to adopt due to the variability in terms of general conditions and the presence of many comorbidities in these particular patients. A multidisciplinary approach is needed in the clinical evaluation and surgical approach for elderly patients presenting with musculoskeletal tumours, and the specific risk factors must guide to the best choice of treatment. The authors therefore propose an overview of pathological features and current surgical options available to treat the most common bone and soft tissue tumours that affect elderly patients

Key words: oncology surgery, elderly, chondrosarcoma, myxofibrosarcoma

Introduzione

Attualmente l'invecchiamento demografico è un trend crescente nel nostro Paese, con i dati di censimento europei che mostrano un andamento simile. L'Organizzazione Mondiale della Sanità descrive come "popolazione anziana" l'insieme delle persone di età pari o superiore ai 65 anni, che rappresentano al momento poco meno del 20% nel nostro continente, ma questa cifra è destinata a salire significativamente secondo le previsioni. Di conseguenza anche la definizione di "anzianità" tradizionalmente legata alle capacità fisiche delle persone e quindi alle loro richieste funzionali, è destinata ad essere modificata in futuro venendo spostata sempre più avanti alla luce dei cambiamenti demografici insieme a quelli sociali.

Nella terza età un insieme di patologie, fra le quali quelle oncologiche, presentano particolari caratteri di incidenza ed evoluzione. Allo stesso modo i trattamenti medici e chirurgici devono tenere conto delle caratteristiche di questo tipo di paziente, con un livello di "fragilità" che risulta estremamente variabile e un alto tasso di comorbidità concomitanti a complicare l'inquadramento e la gestione di questi pazienti¹. L'anzianità viene infatti considerata generalmente un fattore prognostico negativo nel trattamento dei tumori ossei e dei tessuti molli e questo pone degli obiettivi e dei limiti specifici in tutte le chirurgie oncologiche rivolte a questa parti-

Indirizzo per la corrispondenza:
Giulio Maccauro
giulio.maccauro@policlinicogemelli.it

colare fascia di popolazione di cui ancora oggi si dibatte in assenza di linee guida specifiche, soprattutto nel campo dell'ortopedia oncologica. Questo porta spesso, in maniera ingiustificata, a scegliere trattamenti conservativi o di minima invasività soprattutto se il performance status dei pazienti è basso, inficiando inevitabilmente l'aspettativa di vita e gli outcomes clinici e chirurgici.

In particolare bisogna sottolineare come a differenza di pazienti più giovani dove il rischio perioperatorio è legato soprattutto alle complicanze specifiche delle procedure chirurgiche e alle procedure anestesologiche connesse, negli anziani i rischi perioperatori sono legati soprattutto all'influsso delle numerose patologie e condizioni concomitanti che spesso rendono difficilmente gestibili le terapie adiuvanti/neoadiuvanti e modificano i piani del chirurgo ortopedico, richiedendo un trattamento a 360 gradi del paziente piuttosto che un focus specifico sulla patologia oggetto di trattamento chirurgico. In quest'ottica, non bisogna tantomeno sottovalutare l'impatto delle scelte intraprese sulla sfera psicologica di questo gruppo di pazienti, spesso già debole prima ancora della diagnosi oncologica e dell'inizio del percorso terapeutico.

A livello epidemiologico, secondo i dati dei registri statunitensi, il dato che si evidenzia maggiormente è che a una minore incidenza totale di tumori primari muscoloscheletrici nella popolazione over 65 si associa un tasso di mortalità legato a queste patologie molto più alto rispetto a tutte le altre fasce di età, sintomo delle difficoltà gestionali che abbiamo appena menzionato. Inoltre, il chirurgo oncologico ortopedico si occupa anche dei sarcomi dei tessuti molli, patologie spesso aggressive con dati epidemiologici in crescita dagli anni 90 in poi e con una incidenza particolarmente significativa nella popolazione anziana. Abbiamo quindi deciso di approfondire i caratteri generali e di trattamento delle patologie oncologiche di pertinenza ortopedica più frequenti nella popolazione anziana, per offrire anche ai chirurghi che non si occupano di questo preciso campo di trattamento un identikit dei "nemici" oncologici più comuni in questi pazienti, nel cui quadro clinico spesso le patologie si sovrappongono e rendono difficile la diagnosi ed il trattamento. Queste patologie sono il condrosarcoma nella categoria dei tumori ossei primari, il fibrosarcoma (in particolare nella sua variante mixoide) nei sarcomi dei tessuti molli ed infine le lesioni ossee secondarie a patologie oncologiche in altri distretti.

Condrosarcoma

Il condrosarcoma (CS) è una neoplasia maligna mesenchimale che produce matrice condroide. Ne esiste un ampio spettro di varietà sia per quanto riguarda le localizzazioni (centrale e periferico), sia per quanto riguarda la loro com-

posizione cellulare (mixoide, cellule chiare, mesenchimale) ed infine il loro grading istologico che prevede una classificazione a 3 stadi che identificano livelli crescenti di atipia e attività cellulare e la conseguente malignità. Circa l'85% dei condrosarcomi sono classificati grado 1 e 2, con caratteristiche istologiche di cellularità e morfologia più favorevoli e con un comportamento meno aggressivo. I CS di grado 3 e i dedifferenziati, caratterizzati da una più alta cellularità ed una prognosi più sfavorevole, rappresentano il restante 15% delle diagnosi. Negli anni controversie sono sorte in letteratura sulla reale efficacia di questa metodologia di classificazione nel dare delle indicazioni precise sul grado di radicalità chirurgica da adottare nel trattamento chirurgico soprattutto nei casi di grado intermedio, ma ad oggi rimane ancora il sistema di valutazione più utilizzato nella pratica clinica.

La variante più frequente è il cosiddetto CS centrale, denominazione che deriva dall'origine della patologia in un segmento osseo in sede endomidollare e viene distinto in primario, che insorge in osso sano, e secondario, che invece insorge su una lesione cartilaginea benigna che degenera in senso maligno. Il CS centrale rappresenta la seconda neoplasia ossea primitiva per incidenza nell'età avanzata in totale, essendo raro prima dei trenta anni ed eccezionale nella pubertà, e interessa prevalentemente il sesso maschile. Le sedi più frequentemente colpite sono il bacino, la scapola, l'epifisi prossimale di femore, tibia e omero e l'epifisi distale del femore. I pazienti anziani più frequentemente sono affetti da patologia di alto grado.

Il sintomo principale è il dolore locale che non regredisce a riposo, accentuato durante le ore notturne. Il dolore rappresenta quasi sempre l'unico sintomo all'esordio: essendo una neoplasia a lenta crescita, solo nelle fasi avanzate della patologia si riesce ad evidenziare una tumefazione palpabile, specie se a partenza dalle sedi più profonde.

La diagnostica per immagini si avvale della radiografia convenzionale che tipicamente evidenzia un'area osteolitica con calcificazioni "a popcorn" ed ossificazioni "ad anello": la TC è di fondamentale utilità nella valutazione di queste alterazioni. Le forme più aggressive sono caratterizzate anche dalla presenza di scalloping endostale o di erosione o ispessimento a vari gradi della corticale associati, mentre meno frequentemente causano una reazione periostale. La RMN, specie quella con somministrazione di mdc, è dirimente nella valutazione dell'estensione extra-ossea del CS e nell'identificazione delle skip metastasis. Caratteristica di malignità è una RMN dinamica in cui la captazione del mdc è precoce con una curva esponenziale². Recentemente è stato rivalutato il ruolo della PET con 18-FDG: un SUV compreso tra 2 e 2.3 è stato identificato come cut-off tra benignità e malignità di una lesione cartilaginea sospetta per natura sarcomatosa³.

Nel processo diagnostico la biopsia ha lo scopo dapprima di confermare la natura cartilaginea della lesione, mentre non sempre è possibile tramite essa determinare con certezza la benignità o la malignità di questa. La diagnosi definitiva, ed il grading della lesione, può essere raggiunta solo valutando assieme dati clinici, radiografici e istologici. Si pone indicazione a eseguire una biopsia della lesione quando ci siano caratteristiche radiografiche di aggressività (soprattutto erosione corticale e scalloping endostale, oltre all'estensione ai tessuti molli contigui) o, in assenza di esse, quando ci sia intenso dolore locale, una lesione > 5 cm che è aumentata di dimensioni nel tempo e la possibile associazione con enhancement marcato alla RMN dopo somministrazione di mdc. La biopsia deve essere sempre eseguita nei casi di lesioni condroidi del bacino e della scapola, quasi sempre di natura maligna.

Avendo dimostrato una scarsa sensibilità a chemio- e radioterapia, il trattamento del CS è quasi sempre chirurgico. Il tipo di trattamento dipende da grado di malignità della lesione, aspetto radiografico e sede della lesione.

I CS di grado 1 e 2 possono essere trattati mediante curettage locale con margini intralesionali con diversi metodi di riempimento della cavità⁴, ad esempio con innesti ossei o PMMA, quest'ultimo grazie al suo effetto citotossico e termico diretto sulle cellule tumorali⁵. Al fine di ridurre l'incidenza di recidive locali, si possono applicare localmente anche sostanze adiuvanti citotossiche quali fenolo, alcool etilico, azoto liquido o gas argon. Se il curettage osseo della lesione è ampio e le corticali ossee sono indebolite, è prevista un'osteosintesi corticale profilattica di rinforzo. Il CS di grado 3 viene invece generalmente trattato con resezione chirurgica con margini ampi o radicali ed eventuale ricostruzione ossea, utilizzando degli allograft o, più spesso negli anziani con scarso potenziale rigenerativo e riparativo osseo, impianti protesici tumorali. Nei casi in cui non sia possibile ottenere margini ampi, può essere necessaria l'amputazione dell'arto vista l'aggressività locale e sistemica della patologia se di alto grado. Nei casi in cui non siano tecnicamente possibili né la chirurgia conservativa né l'amputazione dell'arto, come può essere il caso appunto dei pazienti in terza età non candidabili ad una chirurgia di fatto molto cruenta ed invasiva, la radioterapia può essere considerata il miglior trattamento palliativo. Inoltre la radioterapia postoperatoria può essere impiegata quando i margini di resezione risultano positivi: l'utilizzo di sostanze radiosensibilizzanti o la radioterapia a protoni sembrano migliorare l'efficacia dei trattamenti, ma la loro applicazione clinica è tuttora scarsa per costi e disponibilità⁶.

Il CS dedifferenziato è nettamente più frequente in pazienti di età avanzata. È un sarcoma non cartilagineo ad altro grado di malignità che origina in un CS centrale o periferi-

Le fratture esposte dell'arto inferiore: esistono linee guida per l'amputazione primaria?

co o in un encondroma. Femore, omero prossimale, bacino e scapola sono le sedi più tipiche. Radiograficamente presenta una lesione osteolitica e distruttiva associata a un'area coinvolta invece da un encondroma o a un CS di basso grado. Il trattamento è chirurgico e deve essere quanto più radicale possibile. Può essere associato un trattamento chemioterapico che però è spesso non eseguibile in rapporto all'età dei pazienti. La sopravvivenza a 5 anni con trattamento chirurgico adeguato e in assenza di metastasi all'esordio è inferiore al 30%⁷.

Più in generale, la prognosi del CS è correlata al grado istologico, alla sede anatomica e alle dimensioni della lesione, nonché all'età del paziente alla diagnosi ed alle sue condizioni generali. Un adeguato follow up clinico e radiologico nel medio e lungo termine dopo trattamento chirurgico risulta di cruciale importanza per non mancare o ritardare la diagnosi delle recidive locali, che nel complesso non sono infrequenti.

Mixofibrosarcoma

Il mixofibrosarcoma (MFS) rappresenta l'1% di tutti i sarcomi dei tessuti molli, ha una maggior incidenza nel sesso maschile oltre i 65 anni, caratterizzandosi quindi, nonostante la sua bassa incidenza totale, come una patologia oncologica muscoloscheletrica che comunemente colpisce nella terza età. Le localizzazioni più frequenti, quasi l'80% dei casi⁸, sono agli arti, nel 65% agli arti inferiori e nel 35% agli arti superiori, altre localizzazioni sono meno frequenti, come ad esempio quella pelvica e retroperitoneale (circa 8% dei casi)⁹.

Tale neoplasia è stata descritta per la prima volta nel 1977 come variante mixoide dell'istiocitoma maligno. Solo nel 2002 è stata successivamente ricollocata come entità a se stante⁹. Dal punto di vista istologico è possibile suddividere il MFS in una variante low-grade, caratterizzata da sparse cellule stellate immerse in uno stroma con vasi caratteristici, ed una variante high-grade, caratterizzata dalla presenza di numerose cellule spinose o pleomorfe, con alto tasso di mitosi atipiche. Possono essere presenti cellule giganti con aree di emorragia e necrosi, e nello stroma sono visibili i vasi caratteristici di questo tipo di lesione. Sono inoltre descritte delle forme intermedie tra i due gradi.

Dal punto di vista macroscopico il MFS si presenta come una lesione nodulare, anche di grandi dimensioni (la dimensione media è di circa 5 cm di diametro alla diagnosi) non dolente, a lenta crescita, dura, non mobile rispetto ai piani profondi (Fig. 1); viene descritta anche una variante multinodulare¹⁰.

Non esistono marker ematici specifici di questo tipo di lesione, per quanto siano state descritte in letteratura al-

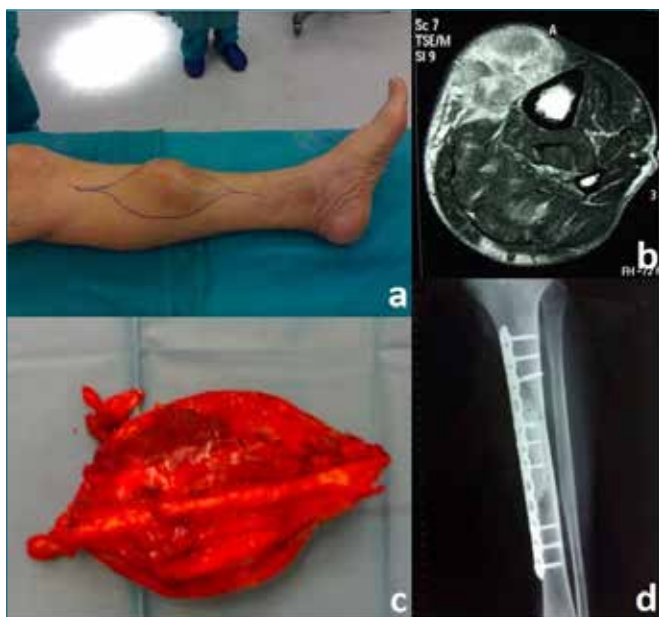


Figura 1. Tipica apparenza microscopica nodulare di un myxofibrosarcoma (A); aspetto RM della lesione con estensione fino al tessuto sottocutaneo e adesione al periostio della diafisi tibiale (B); dettaglio intraoperatorio della lesione escissa en bloc con una resezione corticale marginale della diafisi tibiale per ottenere dei margini adeguati (C); controllo RX postoperatorio che mostra l'utilizzo di PMMA endomidollare con effetto di adiuvante locale e osteosintesi profilattica di rinforzo del segmento osseo tibiale (D).

terazioni degli esami del sangue, in particolar modo della serie eritrocitaria, presenza di leucocitosi, splenomegalia ed epatomegalia ¹¹.

Per la diagnosi radiologica, il gold-standard è rappresentato dalla risonanza magnetica con mezzo di contrasto. È comune all'imaging di risonanza magnetica nucleare la presenza del "tail sign", rappresentato da una propaggine della lesione principale che spesso si approfondisce nella fascia muscolare contigua ¹². L'utilizzo della TC, invece, risulta utile nelle localizzazioni con ampia presenza di aria, come ad esempio il retroperitoneo e il torace. La diagnosi va sempre completata con una agobiopsia o una biopsia "open" per avere adeguati preparati istologici e di immunistochemical. Data l'elevata eterogeneità istologica della lesione, purtroppo sono frequenti misdiagnosi o ritardi diagnostici ¹³.

Il trattamento del MFS è prettamente chirurgico e consiste nella maggior parte dei casi (circa 85%) in una escissione della lesione ad ampi margini (Fig. 1); rari sono i casi che vanno incontro ad amputazione dell'arto (circa il 15%) ⁹. Data l'eterogeneità della lesione e la sua caratteristica infiltrazione della fascia, spesso risulta difficile ottenere mar-

gini di resezione adeguati. Inoltre, la presenza di margini positivi correla con un netto aumento del rischio di recidiva locale. L'età avanzata del paziente e le dimensioni del tumore alla diagnosi si sono dimostrati esser i più importanti fattori prognostici negativi per la sopravvivenza dopo resezione chirurgica ¹⁴.

Oltre la chirurgia sono stati proposti diversi schemi di radio e chemioterapia, ad oggi però non esiste una linea guida comune e non esistono studi randomizzati che suggeriscano l'utilizzo routinario di queste metodiche. Al contrario, anche per questa patologia, la radio e la chemioterapia risultano essere ampiamente utilizzate a scopo palliativo-antalgico in lesioni non aggredibili chirurgicamente ¹⁴.

Per quanto riguarda l'andamento, si tratta di una patologia ad alto tasso di ricorrenza locale, che in casistiche di letteratura raggiunge oltre il 50%, correlato anche al fatto che il MFS è solitamente di alto grado già alla diagnosi in quasi la metà dei casi ⁹. Il tasso di localizzazioni a distanza è ridotto, rispetto gli altri sarcomi, assestandosi intorno al 20-25%; con maggior frequenza i tumori di alto grado danno localizzazioni secondarie in particolar modo al polmone (92% dei casi), pleura, linfonodi ed altre ossa. La sopravvivenza a 5 anni dal trattamento è del 60-70% ¹⁵.

Metastasi

Circa la metà della popolazione generale affetta da una neoplasia ha più di 65 anni ¹⁶. In questa fascia di pazienti, paragonati ad altri più giovani, vi è oltre il doppio del rischio di sviluppare una metastasi ossea. I tumori che con maggior frequenza (circa il 60%) provocano lesioni secondarie a livello dell'osso sono il tumore del seno, della prostata e del polmone; meno frequenti sono invece metastasi da tumore del rene e mieloma multiplo (circa il 7%). Le localizzazioni più frequenti a livello scheletrico sono femore, omero, tibia e colonna vertebrale ¹⁵.

I principali sintomi dovuti ad una metastasi ossea sono rappresentati dal dolore, circa nel 50% dei casi con insorgenza solitamente entro un anno dalla diagnosi della neoplasia primitiva ed eventuale sviluppo di una frattura patologica o *impending fracture* nel 23% dei casi. Nel 14% dei casi, invece, si tratta di un riscontro occasionale ad un'indagine radiologica e la lesione appare del tutto asintomatica ¹⁶.

Nel paziente over 65 è riportato in letteratura che la sintomaticità di una metastasi ossea non rappresenta un fattore predisponente ad outcome avversi; inoltre lo sviluppo di una metastasi ossea nel paziente over 80 tende ad avere un decorso più favorevole ed indolente rispetto ad un paziente più giovane ¹⁷.

Se la primitività è già nota, il protocollo diagnostico da seguire si basa su una radiografia standard del segmento

osseo interessato, una scintigrafia total body per individuare il numero di localizzazioni secondarie al momento della diagnosi e una TC total body con mdc per la valutazione delle eventuali metastasi viscerali. Con la RMN del segmento interessato si può valutare l'estensione della lesione ai tessuti molli e dell'interessamento del midollo spinale e da essa, insieme alla TC, dipenderà la scelta del trattamento chirurgico. Non sempre tuttavia una lesione ossea in un paziente oncologico, quando si presenta solitaria, è una secondarietà della patologia nota, bensì nel 10-20% dei casi si tratta di un tumore primitivo dell'osso. Per questo motivo, in caso di dubbio diagnostico è ovviamente indicata sempre l'esecuzione di una biopsia.

Il paziente anziano metastatico è il paziente "fragile" per eccellenza: tale fragilità è data dalla complessa associazione della malattia di base e della sua diffusione sistemica, con le condizioni generali del paziente.

Nelle linee guida del trattamento delle metastasi ossee SIOT 2008, in base alle caratteristiche precedentemente citate, è possibile stratificare i pazienti in quattro classi e in base ad esse è possibile suddividere i pazienti in tre categorie di complessità chirurgica crescente ¹⁸.

Lo scopo del trattamento delle lesioni secondarie è quello di garantire la risoluzione della sintomatologia dolorosa, prevenire o trattare eventuali fratture patologiche e migliorare la qualità della vita del paziente ove possibile. È fondamentale valutare i principali fattori prognostici in grado di indicare quali siano i pazienti metastatici più adatti a giovare di trattamento chirurgico più aggressivo e complesso da quelli in cui l'obiettivo di trattamento è principalmente palliativo.

Le alternative terapeutiche nella gestione delle metastasi ossee sono la chemioterapia, la radioterapia, l'utilizzo di terapie farmacologiche specifiche (ad esempio i bifosfonati) e la chirurgia. Le prime due alternative vengono utilizzate nella palliazione o in regimi combinati con la chirurgia. Il supporto dei bifosfonati si è dimostrato essere fondamentale per arginare l'erosione dell'osso dovuta all'invasione da parte della patologia ¹⁹.

Per quanto riguarda la chirurgia vi sono diversi approcci che possono essere divisi in tre grandi categorie: ampia resezione della lesione e posizionamento di impianto protesico e/o innesto osseo abbinato a mezzi di sintesi; stabilizzazione del segmento osseo indebolito o fratturato tramite inchiodamento endomidollare; riempimento delle lesioni osteolitiche tramite iniezione di sostanze ad alta resistenza meccanica (cifo e vertebroplastiche, acetabuloplastica).

La scelta del tipo di trattamento delle metastasi ossee è legata a diversi aspetti quali caratteristiche biologiche della neoplasia (istotipo, estensione) e biomeccaniche (dimensioni, sede, presenza o rischio di frattura patologica), oltre

Le fratture esposte dell'arto inferiore: esistono linee guida per l'amputazione primaria?

alle condizioni cliniche del paziente (performance status, valori di Hb, dolore preoperatorio). In letteratura sono descritti numerosi scores che aiutano il chirurgo nella scelta della più adatta indicazione chirurgica; tra questi un esempio è il Mirel's score che viene ampiamente utilizzato in pratica clinica e si basa su dimensioni, sede, caratteristiche della lesione e presenza di dolore; un punteggio alto identifica un alto rischio di frattura con la conseguente necessità di una chirurgia profilattica.

Genericamente possiamo affermare che la principale variabile che guida la scelta chirurgica è l'aspettativa di vita del paziente. In pazienti con buona prognosi si procederà ad interventi più invasivi, come la resezione della lesione e ricostruzione con protesi tumorali. Nel caso della maggior parte dei pazienti anziani, che generalmente presentano basse richieste funzionali, una prognosi più scarsa e scarse previsioni di recupero funzionale, si opterà più spesso per interventi di stabilizzazione meccanica il meno invasivi possibile atti a garantire stabilità al segmento scheletrico interessato senza però mirare all'eradicazione della patologia. Al paziente anziano è statisticamente dimostrato che viene offerto con maggior reticenza un trattamento chirurgico aggressivo, per il timore di aggravare il quadro clinico generale spesso già compromesso. Questo ha generato un bias che rende difficilmente prevedibili le aspettative terapeutiche in questa categoria di pazienti ¹⁶. Alcuni studi però hanno dimostrato che nella popolazione anziana vi è una risposta sovrapponibile alla popolazione giovane ai trattamenti radianti, e buoni outcomes funzionali e clinici a seguito di chirurgia oncologica di resezione della colonna vertebrale, pur in presenza di un maggior tasso di complicanze ²⁰. È quindi auspicabile che la patologia secondaria ossea nel paziente anziano sia inquadrata tramite un approccio multidisciplinare finalizzato alla personalizzazione del trattamento in base ai fattori prognostici specifici del paziente, piuttosto che alla standardizzazione "in difetto" dei trattamenti chirurgici, e non, messi in atto durante il percorso di cura di questa particolare fascia di pazienti

Conclusioni

Il paziente anziano con patologia oncologica muscolo-scheletrica rappresenta una sfida in termini di trattamento e di prognosi per il chirurgo ortopedico. Abbiamo schematizzato quelle che sono le patologie più frequenti in questa popolazione e le principali opzioni di trattamento chirurgico a disposizione. Tuttavia, ci preme sottolineare che nonostante la crescente attenzione scientifica nell'approfondimento delle peculiarità cliniche e gestionali di questa fascia di pazienti, attualmente la ricerca scientifica sull'argomento nel campo dell'ortopedia oncologica è scarsa lasciando spesso all'esperienza e alle competenze

dei singoli chirurghi la scelta, spesso troppo conservativa a priori, dei trattamenti da mettere in atto davanti a tali patologie in tali pazienti.

Alla luce dei cambiamenti demografici e sociali in atto è doveroso rivedere la visione comune che giustifica generalmente percorsi di cura meno invasivi, perciò anche meno radicali, nei pazienti oncologici anziani. Nella costruzione del loro percorso di trattamento, questi devono essere inquadrati nella loro interezza clinica e personale, individuando le reali richieste funzionali, sempre più alte nella terza età. È infine necessario sottolineare come servano per il futuro profili di ricerca clinica volti a confermare i reali limiti della chirurgia oncologica in questa fascia di pazienti, fornendo ai chirurghi più dati frutto di ricerche sistematiche e rigorose, che al momento scarseggiano.

Bibliografia

- 1 Gentry RD, Dineen HA, Hahn JC. *An overview of risk stratification in the elderly orthopaedic population*. Current Geriatrics Reports 2018;7:92-102.
- 2 Geirnaerd MJ1, Hogendoorn PC, Bloem JL, et al. *Cartilaginous tumors: fast contrast-enhanced MR imaging*. Radiology 2000;214:539-46.
- 3 Jesus-Garcia R1, Osawa A2, Filippi RZ, et al. *Is PET-CT an accurate method for the differential diagnosis between chondroma and chondrosarcoma?* Springerplus 2016;5:236.
- 4 Donati D1, Colangeli S, Colangeli M, et al., *Surgical treatment of grade I central chondrosarcoma*. Clin Orthop Relat Res 2010;468:581-9.
- 5 Piccioli A1, Ventura A, Maccauro G, et al. *Local adjuvants in surgical management of bone metastases*. Int J Immunopathol Pharmacol 2011;24:129-32.
- 6 Imai R, Kamada T, Araki N. *Clinical efficacy of carbon ion radiotherapy for unresectable chondrosarcomas*. Anticancer Res 2017;37:6959-64.
- 7 Liu C1, Xi Y1, Li M, et al. *Dedifferentiated chondrosarcoma: radiological features, prognostic factors and survival statistics in 23 patients*. PLoS One 2017;12:e0173665.
- 8 Neagu TP1, Sinescu RD, Enache V, et al. *Metastatic high-grade myxofibrosarcoma: review of a clinical case*. Rom J Morphol Embryol 2017;58:603-9.
- 9 Zumárraga JP1, Batista FAR1, Baptista AM, et al. *Prognostic factors in patients with appendicular myxofibrosarcoma*. Acta Ortop Bras 2018;26:320-4.
- 10 Mentzel T1, Calonje E, Wadden C, et al. *Myxofibrosarcoma: clinicopathologic analysis of 75 cases with emphasis on the low-grade variant*. Am J Surg Pathol 1996;20:391-405.
- 11 Fong V, Johnson L. *Indium-111 labeled leukocyte accumulation in extremity soft tissue sarcoma*. Radiol Case Rep 2017;12:383-5.
- 12 Kaya M1, Wada T, Nagoya S, et al., *MRI and histological evaluation of the infiltrative growth pattern of myxofibrosarcoma*. Skeletal Radiol 2008;37:1085-90.
- 13 Castronovo C, Arrese JE, Quatresooz P, et al. *Myxofibrosarcoma: a diagnostic pitfall*. Rare Tumors 2013;5:60-1.
- 14 Look Hong NJ, Hornicek FJ, Raskin KA, et al., *Prognostic factors and outcomes of patients with myxofibrosarcoma*. Ann Surg Oncol 2013;20:80-6.
- 15 Hambleton C, Noureldine S, Gill F, et al. *Myxofibrosarcoma with metastasis to the lungs, pleura, and mediastinum: a case report and review of literature*. Int J Clin Exp Med 2012;5:92-5.
- 16 Drost L, Ganesh V, Wan BA, et al., *Attendance of older patients with bone metastases at a multidisciplinary bone metastases clinic: an 8-year experience*. Ann Palliat Med. 2017;6:S47-S51.
- 17 Hussain A, Aly A, Daniel Mullins C, et al. *Risk of skeletal related events among elderly prostate cancer patients by site of metastasis at diagnosis*. Cancer Med 2016;5:3300-9.
- 18 Piccioli A, Capanna R. *Il trattamento delle metastasi ossee*. Linee guida SIOT 2008.
- 19 Singh T, Kaur V, Kumar M, et al., *The critical role of bisphosphonates to target bone cancer metastasis: an overview*. J Drug Target 2015;23:1-15.
- 20 Nater A, Martin AR, Sahgal A, et al. *Symptomatic spinal metastasis: A systematic literature review of the preoperative prognostic factors for survival, neurological, functional and quality of life in surgically treated patients and methodological recommendations for prognostic studies*. PLoS One 2017;12:e0171507.

E. Palmerini

IRCCS Istituto Ortopedico Rizzoli

Il ruolo del denosumab

Current role of denosumab

Riassunto

Background. Il tumore a cellule giganti dell' osso (GCTB) è un raro tumore stromale, localmente aggressivo dell'osso. Denosumab, un anticorpo monoclonale diretto contro RANK-L, è stato approvato in pazienti con GCTB operabili o inoperabili. Verranno presentati i dati di questo studio di fase II^{1,2}.

Metodi. Questo studio internazionale di fase II, in aperto, ha arruolato adulti o adolescenti scheletrici di età ≥ 12 anni con diagnosi di GCTB istologicamente confermata e radiograficamente misurabile. I pazienti presentavano GCTB inoperabili (Coorte I), GCTB operabile con un intervento chirurgico previsto che avrebbe comportato una grave morbidità (Coorte II), o arruolati da un precedente studio GCTB (Coorte III). I pazienti hanno ricevuto 120 mg di denosumab sottocutaneo una volta ogni 4 settimane durante la fase di trattamento. L'endpoint primario era la sicurezza in termini di tipo, frequenza e gravità degli eventi avversi. Il set di analisi della sicurezza includeva tutti i pazienti arruolati che avevano ricevuto almeno una dose di denosumab. Lo studio è registrato con ClinicalTrials.gov (NCT00680992) ed è stato completato.

Risultati. 532 pazienti arruolati tra il 9 settembre 2008 e il 25 febbraio 2016: 267 nella Coorte I, 253 nella Coorte II e 12 nella Coorte III. Il follow-up mediano (IQR) era di 58,1 mese (34,0-74,4) complessivo e 65,8 (40,9-82,4) mesi nella Coorte I, 53,4 (28,2-64,1) mesi nella Coorte II e 76,4 (61,2-76,5) mesi nella Coorte III. Durante la fase di trattamento, gli eventi avversi più comuni di grado ≥ 3 erano ipofosfemia ($n = 24$; 5%), osteonecrosi della mascella (ONJ, $n = 4$; 3%), dolore alle estremità ($n = 12$; 2%) e anemia ($n = 11$; 2%). Gli eventi avversi gravi più comuni sono stati segnalati da ONJ ($n = 17$; 3%), anemia ($n = 6$; 1%), dolore alla schiena ($n = 5$; 1%) e trasformazione sarcomatosa ($n = 4$; 1%) (coerente con precedenti segnalazioni in GCTB non trattati³. 28 (5%) pazienti avevano ONJ positivamente giudicato, quattro (0,8%) avevano frattura del femore atipico, e quattro (0,8%) avevano ipercalcemia verificatisi dopo 30 giorni dopo la sospensione di denosumab. Sono stati registrati dieci decessi emergenti dal trattamento (2%) (due considerati correlati al trattamento: sarcoma osseo e sarcoma).

Interpretazione. In questo studio, i tipi e le frequenze degli eventi avversi erano coerenti con il profilo di sicurezza noto di denosumab, che mostrava un controllo a lungo termine della malattia per i pazienti affetti da GCTB con tumori non resecabili e resecabili. Il risultato del presente studio indica che il rapporto costo:beneficio per denosumab nei pazienti con GCTB rimane altamente favorevole, come confermato nella vita reale⁴.

Parole chiave: denosumab, RANK-L, tumore a cellule giganti dell' osso, GCTB

Summary

Background. Giant cell tumour of bone (GCTB) is a rare, locally aggressive osteoclastogenic stromal tumour of bone. Denosumab, a monoclonal antibody targeting RANK-L, was approved in patients with surgically salvageable or unsalvageable GCTB. Data of this phase II trial will be presented^{1,2}.

Methods. This international, open-label, phase 2 study enrolled adults or skeletally mature adolescents ≥ 12 years old with histologically confirmed and radiographically measurable GCTB. Patients had surgically unsalvageable GCTB (Cohort I), surgically salvageable GCTB with planned surgery expected to result in severe morbidity (Cohort II), or enrolled from a previous GCTB study (Cohort III). Patients received 120 mg subcutaneous denosumab once every 4 weeks during the treatment phase. The primary endpoint was safety in terms of the type, frequency, and severity of adverse events (AEs). The safety analysis set included all enrolled patients who received at least one dose of denosumab. The study is registered with ClinicalTrials.gov (NCT00680992) and has completed.

Findings. 532 patients enrolled between September 9, 2008, and February 25, 2016: 267 in Cohort I, 253 in Cohort II, and 12 in Cohort III. Median (IQR) follow-up was 58.1 months (34.0-74.4) overall and

Indirizzo per la corrispondenza:

Emanuela Palmerini

Chemotherapy Unit, IRCCS Istituto
Ortopedico Rizzoli, Department of
Experimental, Diagnostic and Specialty
Medicine (DIMES), Bologna University
via Pupilli 1,
40136 Bologna
emanuela.palmerini@ior.it

65.8 (40.9-82.4) months in Cohort I, 53.4 (28.2-64.1) months in Cohort II, and 76.4 (61.2-76.5) months in Cohort III. During the treatment phase, the most common grade ≥ 3 AEs were hypophosphataemia ($n = 24$; 5%), investigator-reported osteonecrosis of the jaw (ONJ, $n = 14$; 3%), pain in extremity ($n = 12$; 2%), and anaemia ($n = 11$; 2%). The most common serious AEs were investigator-reported ONJ ($n = 17$; 3%), anaemia ($n = 6$; 1%), back pain ($n = 5$; 1%), and sarcomatous transformation ($n = 4$; 1%) (consistent with previous reports in untreated GCTB³. 28 (5%) patients had positively adjudicated ONJ, four (0.8%) had atypical femur fracture, and four (0.8%) had hypercalcaemia occurring after 30 days following denosumab discontinuation. Ten (2%) treatment-emergent deaths occurred (two considered treatment-related; bone sarcoma and sarcoma).

Interpretation. In this study, the types and frequencies of AEs were consistent with the known safety profile of denosumab, which showed long-term disease control for GCTB patients with unresectable and resectable tumours. The results of the present trial indicate that the overall risk:benefit ratio for denosumab in GCTB patients remains highly favourable, as confirmed in real life⁴.

Key words: denosumab, RANK-L, giant cell tumor of bone, GCTB

Bibliografia

- ¹ Thomas D, Henshaw R, Skubitz K, et al. *Denosumab in patients with giant cell tumour of bone: an open-label phase 2 study*. *Lancet Oncol* 2010;11:275-80.
- ² Palmerini E, Chawla NS, Ferrari S, et al. *Denosumab in advanced/unresectable giant-cell tumour of bone (GCTB): for how long?* *Eur J Cancer* 2017;76:118-24.
- ³ Palmerini E, Picci P, Reichardt P, et al. *Malignancy in giant cell tumor of bone: a review of the literature*. *Technol Cancer Res Treat* 2019;18:1533033819840000.
- ⁴ Rutkowski P, Gaston L, Borkowska A, et al. *Denosumab treatment of inoperable or locally advanced giant cell tumor of bone - multicenter analysis outside clinical trial*. *Eur J Surg Oncol* 2018;44:1384-90.

L. Filippone
A. Tripodo
G.C. Coari

San Camillo Hospital, Forte dei Marmi
(LU)

La biomeccanica del legamento crociato anteriore nativo comparata a quella del ricostruito

A biomechanical comparison between the native and reconstructed anterior cruciate ligament

Riassunto

Dei 4 legamenti principali presenti nell'articolazione del ginocchio, il legamento crociato anteriore (LCA) ha la funzione di limitare la traslazione anteriore della tibia, dunque di mantenere la stabilità strutturale del ginocchio durante le funzioni motorie. Tuttavia, l'LCA può essere facilmente danneggiato nel corso di attività sportive, incidenti stradali e traumi. Il legamento crociato anteriore danneggiato, purtroppo, non può guarire da solo, per cui, se non riparato, può portare alla perdita della normale stabilità e dell'equilibrio biomeccanico, con conseguente ulteriore potenziale danno ai menischi, degenerazione della cartilagine e altre lesioni. La ricostruzione dell'LCA, dunque, è necessaria per ripristinare la corretta biomeccanica del ginocchio infortunato. Tuttavia, l'incidenza della degenerazione articolare rimane elevata anche dopo un intervento chirurgico di ricostruzione del LCA convenzionale a causa di vari motivi. Molte delle relazioni tra LCA e vari punti di riferimento anatomici sono state studiate negli ultimi anni. Queste relazioni sono importanti, in quanto consentono ai chirurghi ortopedici di avvicinare il più possibile il legamento nativo durante la ricostruzione. Inoltre, gli studi hanno confrontato l'accuratezza del posizionamento del tunnel e il tasso di revisione tra diverse tecniche per la ricostruzione dell'LCA. Lo scopo di questo articolo è di comparare i risultati della letteratura attuale sulla biomeccanica dell'LCA, la tecnica chirurgica per la ricostruzione dell'LCA e i vantaggi e gli svantaggi dei comuni tipi di innesto, e offrire suggerimenti chirurgici basati sui migliori dati biomeccanici e clinici disponibili.

Parole chiave: LCA, biomeccanica, ricostruzione, ginocchio

Summary

Of the 4 main ligaments present in the knee joint, the anterior cruciate ligament (ACL) has the function of limiting anterior tibia translation, thus maintaining the structural stability of the knee during motor functions. However, the ACL can easily be damaged in the course of sporting activities, traffic accidents and traumas. Unfortunately the anterior cruciate ligament cannot heal on its own, so if not repaired, it can lead to the loss of normal stability and biomechanical balance, resulting in further potential damage to the meniscus, cartilage degeneration and other injuries. The reconstruction of the ACL is therefore necessary to restore the correct biomechanics of the injured knee. However, the incidence of joint degeneration remains high even after conventional ACL reconstruction due to various reasons. Many of the relationships between ACL and various anatomical landmarks have been studied in recent years. These relationships are important, as they allow orthopedic surgeons to approach the native ligament as closely as possible during reconstruction. Furthermore, the studies compared the accuracy of tunnel positioning and the rate of revision between different techniques for ACL reconstruction. The purpose of this article is to compare the results of the current literature on ACL biomechanics, the surgical technique for ACL reconstruction and the advantages and disadvantages of common graft types, and offer surgical suggestions based on the best biomechanical and clinical data available.

Key words: ACL, reconstruction, biomechanics, knee

Introduzione

I fasci AM (antero-mediale) e PL (postero-laterale) agiscono insieme per conferire al legamento crociato anteriore le sue proprietà biomeccaniche. L'LCA (legamento

Indirizzo per la corrispondenza:

L. Filippone
dottilippone@gmail.com

crociato anteriore) impedisce la traslazione tibiale anteriore. Questo è importante per prevenire l'iper-estensione e fornire stabilità complessiva al ginocchio durante la locomozione; in misura minore, l'LCA fornisce anche resistenza all'intra e all'extrarotazione¹. È stato dimostrato che la ricostruzione del solo fascio antero-mediale del crociato è in grado di ripristinare spostamenti e rotazioni durante il test pivot shift ai livelli pre lesione, mentre la ricostruzione a doppio fascio (DB) porta a forze medie sull'innesto più elevate del normale, il che può determinare il fallimento dello stesso durante la rotazione interna o la traslazione tibiale anteriore². Inoltre, un tasso di fallimento maggiore è stato riscontrato nel fascio postero-laterale della ricostruzione double-bundle¹³. Pertanto, questi studi suggeriscono una maggiore importanza del fascio AM nel fornire stabilità cinematica al ginocchio.

I pazienti con deficienza di ACL mostrano una diversa cinematica dell'articolazione tibio-femorale rispetto ai soggetti sani. Alcuni studi hanno riportato che i pazienti con deficit dell'LCA mostrano una minore flessione del ginocchio durante fase iniziale di camminata e corsa⁴⁻⁶, e una maggior flessione del ginocchio nella fase intermedia e in quella terminale⁷. I modelli di movimento alterati sono stati descritti^{8,9}, in generale, come movimenti di compensazione eseguiti per evitare l'instabilità del ginocchio. Tuttavia, è stata anche discussa la traslazione o rotazione tibiale rispetto al femore. Mentre uno studio precedente riportava che i pazienti con deficit dell'LCA mostravano una traslazione tibiale anteriore inferiore durante la fase di oscillazione terminale del cammino¹⁰, un altro studio ha riportato che i pazienti mostravano una rotazione tibiale esterna maggiore durante il cammino¹¹. Ulteriori studi hanno dimostrato che ginocchia con deficit dell'LCA evidenziano più problemi nella rotazione e traslazione tibiale¹². Si ritiene che un cambiamento nella cinematica del ginocchio dopo la lesione del crociato anteriore determini, inoltre, un carico alterato sulla cartilagine, che può portare all'osteoartrosi¹³.

La stabilità articolare è controllata non solo da stabilizzatori statici come l'osso e i legamenti, ma anche da stabilizzatori dinamici come l'attivazione e la co-attivazione dei muscoli. È noto che l'aumento della traslazione tibiale anteriore passiva e la diminuzione della forza muscolare del ginocchio (in particolare la forza muscolare del quadricipite) si manifestano proprio dopo lesione dell'LCA¹⁴⁻¹⁵. Pertanto, una modifica della lassità passiva dell'articolazione o della forza del muscolo può influenzare la cinematica e la cinetica del ginocchio durante le attività dinamiche.

Lo scopo di questo articolo è chiarire il cambiamento della biomeccanica del ginocchio dopo la lesione del legamento crociato anteriore e come i vari graft possano influenzarla.

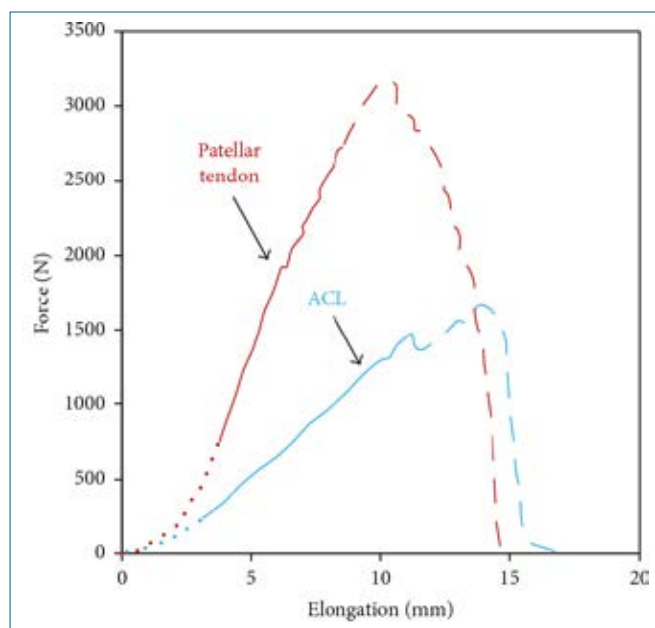


Figura 1. Forza di tensione del legamento crociato anteriore nativo e del tendine rotuleo.

Biomeccanica del legamento crociato nativo

Il grafico sforzo-deformazione dell'LCA ottenuto sotto carico di trazione mostra un grafico trifase, costituito da (I) momento iniziale, (II) crescita lineare e (III) il momento del cedimento, come mostrato nella Figura 1. La fase di messa in tensione delle fibrine di collagene avviene a bassi stress, come evidenzia la fase I¹⁶. La forza di resistenza aumenta gradualmente nella fase II, attraverso una deformazione elastica. L'inizio della deformazione permanente contraddistingue, invece, la fase III¹⁷. È proprio in questo frangente che lo stress diminuisce a causa della rottura delle fibrille di collagene, portando alla rottura del legamento. Dalla letteratura sugli studi sui cadaveri, la forza di trazione massima dell'LCA nativo varia tra 600 e 2300 N¹⁸.

Gracile e semitendinoso

L'innesto costituito dai tendini semitendinoso e gracile è comunemente usato nella ricostruzione dell'LCA. Un innesto di questi tendini può essere piegato su se stesso da 2 fino a 6 volte¹⁹, per aumentarne il diametro, il che ha dimostrato aumentare la forza complessiva dell'innesto stesso²⁰. Sebbene un innesto più grande possa essere più forte, un innesto troppo grande può limitare l'estensione del ginocchio creando impingment, così come la fles-

sione del ginocchio può essere limitata dal contatto con il legamento crociato posteriore (LCP). Pertanto, è necessario mantenere un equilibrio tra resistenza dell'innesto e mobilità.

Gli innesti quadruplicati hanno dimostrato maggiore resistenza e rigidità rispetto a un innesto osso-tendine-osso patellare (BPTB) da 10 mm²¹. Dargel et al.²² hanno evidenziato che gli innesti quadruplicati presentano un carico di rottura finale di 4,140 N rispetto a un carico di elasticità dell'LCA nativo di 2160 N. Questi studi hanno dimostrato che gli innesti forniscono una forza sufficiente, anche se non tengono conto di altri meccanismi di fallimento come lo slittamento dell'innesto e il fallimento della fissazione.

I dispositivi di fissazione tibiale e femorale utilizzati nella ricostruzione dell'LCA hanno un grande impatto sulla forza complessiva di un innesto formato dagli hamstrings. Lo slittamento si verifica quando il dispositivo di fissazione femorale o tibiale non riesce a trattenere l'innesto nel rispettivo tunnel²³. Usando l'analisi radiostereometrica, è stato dimostrato che la lassità antero-posteriore totale aumenta costantemente nei pazienti fino a 1 anno dopo la ricostruzione dell'LCA con BPTB o G-ST; addirittura, si è verificata una maggiore migrazione delle fissazioni ossee e allungamento dell'innesto in pazienti in cui sono stati usati proprio gli hamstrings²⁴. È più probabile, però che l'insufficienza di fissazione si manifesti in pazienti con una densità minerale ossea più bassa (BMD) e le donne hanno in media una BMD inferiore rispetto agli uomini²⁵. Aumentare la lunghezza e/o il diametro di una vite di interferenza può aumentare la forza di fissazione. In uno studio di Namkoong et al.²⁶, si è riscontrato che il sovradimensionamento del diametro della vite di interferenza di 3 mm maggiore della dimensione del tunnel ha comportato un aumento del 20% della resistenza di fissazione dell'innesto. In un altro studio, è stato riscontrato che l'aumento della lunghezza della vite migliora la forza di fissazione più del sovradimensionamento del diametro della vite²⁷.

Tendine rotuleo (BPTB)

Gli autotrapianti di BPTB continuano a essere considerati il cosiddetto gold standard per la ricostruzione dell'LCA²⁸ e hanno dimostrato di avere tassi di fallimento inferiori rispetto agli allograft BPTB²⁹ e agli autotrapianti degli ischio-crurali³⁰. Nonostante questi vantaggi, la ricostruzione del LCA deve essere considerata una procedura specifica per il paziente e deve essere considerata la maggiore frequenza di dolore anteriore del ginocchio con gli autotrapianti BPTB, specialmente in pazienti soggetti ad attività inginocchiate, come imbianchini, carpentieri o pazienti che pregano quotidianamente in ginocchio³¹. L'interfaccia osso-osso degli innesti BPTB consente loro di ottenere una

struttura e una posizione che sono più simili all'ACL nativo rispetto alla guarigione da innesto all'osso necessaria con gli innesti del tendine del ginocchio. I problemi con gli autotrapianti di BPTB, tuttavia, comprendono la morbilità del sito donatore, le fratture rotulee³² e gli innesti di lunghezza fissa (in base alla lunghezza del tendine rotuleo). Per i chirurghi che intendono eseguire un autotrapianto di BPTB, è importante notare che le misurazioni preoperatorie del tendine rotuleo di solito rappresentano una sottostima della lunghezza del tendine rotuleo vero³³. Pertanto, altre tecniche come la risonanza magnetica (MRI) possono essere più accurate per determinare se la lunghezza del tendine rotuleo è appropriata per l'uso come innesto per la ricostruzione dell'LCA. Inoltre, a differenza degli innesti del tendine del ginocchio, le dimensioni di un tendine sintetico si correlano debolmente con l'altezza, il peso e l'IMC del paziente³⁴.

La forza complessiva di un innesto BPTB è una funzione della sua area trasversale. Cooper et al.³⁵ hanno analizzato la resistenza a trazione di varie larghezze di innesto tendineo rotuleo. Il carico finale medio verso il fallimento per innesti da 15 mm, 10 mm e 7 mm era rispettivamente di 4.389 N, 2.977 N e 2.238 N. Noyes et al.³⁶ hanno trovato un innesto BPTB largo 14 mm per avere una resistenza massima di 2.900 N, paragonabile alla forza dell'innesto di 10 mm nello studio di Cooper et al.³⁵. Innesti più grandi hanno un aumentato rischio di fratture post-operatorie della rotula e possono anche portare a un impingement nella gola intercondiloidea³⁷. Pertanto, Cooper et al. supportano l'uso di innesti BPTB da massimo 10 mm³².

Cooper ha anche trovato una differenza significativa tra il carico finale e il fallimento di un innesto BPTB non sottoposto a rotazione rispetto a quello sottoposto a 90° di rotazione³⁴. Ruotando, infatti, l'innesto di 90° la resistenza massima aumenta del 30%, mentre la rotazione a 180° non aumenta significativamente la forza. Berkson et al.³⁸ hanno eseguito uno studio simile, utilizzando innesti BPTB raccolti da suini e hanno confrontato la resistenza massima sotto carichi ciclici di innesti ruotati esternamente a 180° e 540°. Gli innesti ruotati a 540° hanno dimostrato una resistenza massima significativamente più alta sia nei 5.000 che nei 10.000 cicli di carico.

Uno studio di Yanke et al.³⁹, ha valutato la differenza nella resistenza dell'innesto tra varie sezioni del tendine rotuleo raccolto. Lo studio ha confrontato gli innesti raccolti dal terzo centrale del tendine rotuleo e la porzione più centrale delle metà mediale e laterale del tendine rotuleo. Basato sul massimo stress, il terzo centrale (45.4 MPa) era significativamente più forte delle porzioni mediale (34.1 MPa) e laterale (29.7 MPa). Il terzo centrale era anche significativamente più rigido (356 N/mm) rispetto agli innesti mediali (275 N/mm) e laterali (277 N/mm): questo supporta l'uti-

lizzo di questo segmento come tecnica standard.

Il mismatch tra lunghezza del graffi e del tunnel si verifica quando l'innesto BTBP è più lungo o più corto dell'ideale. Per gli innesti troppo corti, il che è raro, è necessario utilizzare un tipo di innesto diverso. Tuttavia, per gli innesti troppo lunghi, esistono vari metodi per risolvere la mancata corrispondenza tra innesto e tunnel. Un metodo prevede la rotazione dell'innesto^{35 36}: sulla base della rotazione dall'estremità prossimale (rotulea), è stato dimostrato che la rotazione esterna riduce significativamente la lunghezza dell'innesto rispetto alla rotazione interna, con un accorciamento del 25% a 630° di rotazione esterna³⁶. È stato dimostrato che la rotazione dell'innesto BPTB diminuisce la rigidità dell'innesto, sebbene l'effetto clinico di questo fenomeno sia sconosciuto⁴⁰. Un'altra opzione per innesti lunghi è una tecnica a bratta singola, per cui il polo prossimale del tendine rotuleo viene rimosso⁴¹. La fissazione tibiale dei tessuti molli viene, quindi, utilizzata per fissare questa estremità dell'innesto. Gli autori che hanno descritto questa tecnica ne hanno raccomandato l'uso in pazienti con una lunghezza del tendine rotuleo > 60 mm, misurata dal polo inferiore della rotula al tubercolo tibiale.

Conclusioni

La ricostruzione dell'LCA deve essere una procedura specifica per il singolo paziente. I chirurghi devono tenere conto dei fattori di rischio specifici per l'insufficienza del trapianto dell'LCA, come l'età, il livello di attività, il tipo di allotrapianto.

Bibliografia

- 1 Markatos K, Kaseta MK, Lалlos SN, et al. *The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction*. Eur J Orthop Surg Traumatol 2013;23:747-52.
- 2 Markolf KL, Park S, Jackson SR, et al. *Anterior-posterior and rotatory stability of single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions*. J Bone Joint Surg Am 2009;91:107-18.
- 3 Ahn JH, Choi SH, Wang JH, et al. *Outcomes and second-look arthroscopic evaluation after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with use of a single tibial tunnel*. J Bone Joint Surg Am 2011;93:1865-72.
- 4 Berchuck M, Andriacchi TP, Bach BR, et al. *Gait adaptations by patients who have a deficient anterior cruciate ligament*. J Bone Joint Surg Am 1990;72:871-7.
- 5 Chmielewski TL, Rudolph KS, Fitzgerald GK, et al. *Biomechanical evidence supporting a differential response to acute ACL injury*. Clin Biomech 2001;16:586-91.
- 6 Houck JR, De Haven KE, Maloney M. *Influence of anticipation on movement patterns in subjects with ACL deficiency classified as noncopers*. J Orthop Sports Phys Ther 2007;37:56-64.
- 7 Gao B, Zheng NN. *Alterations in three-dimensional joint kinematics of anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knees during walking*. Clin Biomech 2010;25:222-9.
- 8 Houck JR, De Haven KE, Maloney M. *Influence of anticipation on movement patterns in subjects with ACL deficiency classified as noncopers*. J Orthop Sports Phys Ther 2007;37:56-64.
- 9 Hurd WJ, Snyder-Mackler L. *Knee instability after acute ACL rupture affects movement patterns during the mid-stance phase of gait*. J Orthop Res 2007;25:1369-77.
- 10 Andriacchi TP, Dyrby CO. *Interactions between kinematics and loading during walking for the normal and ACL deficient knee*. J Biomech 2005;38:293-8.
- 11 Boeth H, Duda GN, Heller MO, et al. *Anterior cruciate ligament-deficient patients with passive knee joint laxity have a decreased range of anterior-posterior motion during active movements*. Am J Sports Med 2013;41:1051-7.
- 12 Georgoulis AD, Papadonikolakis A, Papageorgiou CD, et al. *Three-dimensional tibiofemoral kinematics of the anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knee during walking*. Am J Sports Med 2003;31:75-9.
- 13 Chaudhari AM, Briant PL, Bevill SL, et al. *Knee kinematics, cartilage morphology, and osteoarthritis after ACL injury*. Med Sci Sports Exerc 2008;40:215-22.
- 14 Konishi Y, Fukubayashi T, Takeshita D. *Mechanism of quadriceps femoris muscle weakness in patients with anterior cruciate ligament reconstruction*. Scand J Med Sci Sports 2002;12:371-5.
- 15 Konishi Y, Konishi H, Fukubayashi T. *Gamma loop dysfunction in quadriceps on the contralateral side in patients with ruptured ACL*. Med Sci Sports Exerc 2003;35:897-900.
- 16 Freeman JW, Woods MD, Laurencin CT. *Tissue engineering of the anterior cruciate ligament using a braid-twist scaffold design*. J Biomech 2007;40:2029-36.
- 17 Silver FH. *Biomaterials, medical devices and tissue engineering: an integrated approach*. J Hand Surg 1994;19:540-1.
- 18 Marieswaran M1, Jain I2, Garg B, et al. *A review on biomechanics of anterior cruciate ligament and materials for reconstruction*. Appl Bionics Biomech 2018;2018:4657824.
- 19 Laoruengthana A, Pattayakorn S, Chotanaputhi T, et al. *Clinical comparison between six-strand hamstring tendon and patellar tendon autograft in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical trial*. J Med Assoc Thai 2009;92:491-7.
- 20 Mariscalco MW, Flanigan DC, Mitchell J, et al. *The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) cohort study*. Arthroscopy 2013;29:1948-53.
- 21 Hamner DL, Brown CH Jr, Steiner ME, et al. *Hamstring ten-*

- don grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques.* J Bone Joint Surg Am 1999;81:549-57.
- 22 Dargel J, Gotter M, Mader K, et al. *Biomechanics of the anterior cruciate ligament and implications for surgical reconstruction.* Strategies Trauma Limb Reconstr 2007;2:1-12.
- 23 Petre BM, Smith SD, Jansson KS, et al. *Femoral cortical suspension devices for soft tissue anterior cruciate ligament reconstruction: a comparative biomechanical study.* Am J Sports Med 2013;41:416-22.
- 24 Smith PN, Refshauge KM, Scarvell JM. *Development of the concepts of knee kinematics.* Arch Phys Med Rehabil 2003;84:1895-902.
- 25 Hill PF, Russell VJ, Salmon LJ, et al. *The influence of supplementary tibial fixation on laxity measurements after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendons in female patients.* Am J Sports Med 2005;33:94-101.
- 26 Namkoong S, Heywood CS, Bravman JT, et al. *The effect of interference screw diameter on soft tissue graft fixation.* Bull Hosp Jt Dis 2006;63:153-5.
- 27 Weiler A, Hoffmann RF, Siepe CJ, et al. *The influence of screw geometry on hamstring tendon interference fit fixation.* Am J Sports Med 2000;28:356-9.
- 28 Mariscalco MW, Flanigan DC, Mitchell J, et al. *The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) cohort study.* Arthroscopy 2013;29:1948-53.
- 29 Kraeutler MJ, Bravman JT, McCarty EC. *Bone-patellar tendon-bone autograft versus allograft in outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of 5182 patients.* Am J Sports Med 2013;41:2439-48.
- 30 Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, et al. *Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts.* Am J Sports Med;31:2-11.
- 31 Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, et al. *Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized study with a two-year follow-up.* Am J Sports Med 2003;31:19-25.
- 32 Viola R, Vianello R. *Three cases of patella fracture in 1,320 anterior cruciate ligament reconstructions with bone-patellar tendon-bone autograft.* Arthroscopy 1999;15:93-7.
- 33 Zooker C, Pandarinath R, Kraeutler MJ, et al. *Clinical measurement of patellar tendon: accuracy and relationship to surgical tendon dimensions.* Am J Orthop (Belle Mead NJ) 2013;42:317-20.
- 34 Yoo JH, Yi SR, Kim JH. *The geometry of patella and patellar tendon measured on knee MRI.* Surg Radiol Anat 2007;29:623-8.
- 35 Cooper DE, Deng XH, Burstein AL, et al. *The strength of the central third patellar tendon graft. A biomechanical study.* Am J Sports Med 1993;21:818-23; discussion 823-4.
- 36 Noyes FR, Butler DL, Grood ES, et al. *Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions.* J Bone Joint Surg Am 1984;66:344-52.
- 37 Cooper DE. *Biomechanical properties of the central third patellar tendon graft: effect of rotation.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1998;6(Suppl 1):S16-9.
- 38 Berkson E, Lee GH, Kumar A, et al. *The effect of cyclic loading on rotated bone-tendon-bone anterior cruciate ligament graft constructs.* Am J Sports Med 2006;34:1442-9.
- 39 Yanke AB, Bell R, Lee AS, et al. *Central-third bone-patellar tendon-bone allografts demonstrate superior biomechanical failure characteristics compared with hemi-patellar tendon grafts.* Am J Sports Med 2013;41:2521-6.
- 40 Oliveira DR, Garcia ET, Fuso FA, et al. *The biomechanical effects of graft rotation on ACL reconstruction tunnel mismatch.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2016 Mar 29. [Epub ahead of print].
- 41 Grawe B, Smerina A, Allen A. *Avoiding graft-tunnel length mismatch in anterior cruciate ligament reconstruction: the single-bone plug technique.* Arthrosc Tech. 2014;3:e417-20.

A. Ferretti

Cattedra e UOC Ortopedia, Azienda
Ospedaliero Universitaria S. Andrea,
Università La Sapienza, Roma

Tecnica AM: non si può farne a meno?

*Is antero medial portal actually needed in anatomic
ACL reconstruction?*

Riassunto

Dopo l'avvento dell'artroscopia per molti anni la metodica di esecuzione del foro femorale più utilizzata è stata quella transtibiale. con questa metodica si utilizza una guida che si inserisce nel foro tibiale e si aggancia dietro al condilo femorale e con offset variabile permette di eseguire il foro femorale. dopo l'avvento della ricostruzione del LCA a doppio fascio si è invece passato ad una ricostruzione anatomica del LCA, quindi si è cercato un punto più basso e più anteriore sul femore che può essere raggiunto più facilmente con metodica out-in o con un accesso AM accessorio (tecnica trasportale). Nella nostra scuola utilizziamo la metodica out-in sin dalle prime ricostruzioni del LCA negli anni 70-80.

Parole chiave: ricostruzione LCA, tunnel femorale, posizionamento del tunnel

Summary

Since the introduction of the arthroscopic techniques for ACL reconstruction the most used femoral tunnel drilling technique was the transtibial. This techniques is very simple and reproducible, but the femoral tunnel location is strongly correlated to the position of the tibial tunnel and this can lead to a too vertical femoral tunnel drilling. Since the description in the early 2000 of the double bundle ACL reconstruction, the aim was to reach a more anterior and low femoral placement for the PL bundle by the use of an accessory AM portal. The several anatomical paper about the double bundle anatomy of the ACL also lead the surgeons to understand that even with a single bundle technique the femoral tunnel footprint should be in between the AM and PL, so in a place not easily accessible by a transtibial technique. For this reason many surgeons nowadays use a transportal technique or an outside-in technique because both techniques allows an independent placement of the femoral tunnel. In our institute we use the out-in technique for femoral tunnel drilling since the first ACL reconstruction procedure in the late '70.

Key words: ACL reconstruction, femoral tunnel, tunnel placement

L'intervento di ricostruzione del legamento crociato anteriore (LCA) consiste nel trapianto di un tendine del paziente nell'articolazione del ginocchio in sostituzione del legamento lesionato. Per posizionare il trapianto nel ginocchio vengono di solito eseguiti dei fori nella tibia e nel femore in modo da raggiungere il footprint anatomico del LCA. Mentre a livello tibiale il raggiungimento di questo footprint è molto semplice e si usano guide che sono tutte simili, a livello femorale esistono diversi modi di raggiungere il punto anatomico e quindi fresare il tunnel. Per decidere il posizionamento del tunnel femorale si usano come punti di repere la parete posteriore del condilo in senso anteroposteriore ed il sistema così detto ad orologio per decidere l'inclinazione frontale del foro. Quindi di solito le guide hanno un offset di 5-6 o 7 mm rispetto alla parte posteriore del condilo. Invece come repere per il posizionamento seguendo il sistema ad orologio si considera una posizione alle ore 10-11 rispetto alla clock position. Nell'epoca della chirurgia aperta per raggiungere il punto femorale erano molto utilizzate delle guide out-in, che si agganciavano dietro alla parete posteriore del condilo e poi venivano inclinate a scelta del chirurgo per ottenere la giusta inclinazione. Successivamente con l'avvento della chirurgia artroscopica, che non prevedeva quindi seconde in-

Indirizzo per la corrispondenza:
Andrea Ferretti
aferretti51@virgilio.it

cisioni sul compartimento esterno, si è affermata per molti anni la tecnica transtibiale di fresatura del tunnel femorale. Questa tecnica prevede l'utilizzo di una guida, sempre con offset variabile, che viene posizionata sul femore attraverso il tunnel tibiale. Il vantaggio principale è una minore invasività chirurgica, ma al prezzo di avere un tunnel femorale che è altamente influenzato da quello tibiale¹ e che ha portato i chirurghi alla tendenza ad eseguire dei tunnel troppo verticali, ad esempio ore 13 rispetto alla clock position. Inoltre nell'epoca delle tecniche transtibiali il tentativo era anche quello di trovare il punto isometrico del graft, in modo da rendere le tensioni uniformi sul trapianto durante tutto l'arco di movimento. Tuttavia molti studi hanno dimostrato che il LCA stesso non ha una isometria quindi non è necessario ricercarla chirurgicamente². Verso l'inizio degli anni 2000 alcuni studi condotti a Pittsburgh dalla scuola di Freddie Fu hanno evidenziato che in realtà il LCA è costituito da due fasci AM e PL che hanno una diversa inserzione anatomica e si comportano in maniera diversa durante la flessione-estensione del ginocchio³⁻⁵. Come conseguenza di queste considerazioni anatomiche e biomeccaniche sono stati proposti interventi di ricostruzione a doppio fascio del LCA utilizzando due graft diversi per riprodurre i due fasci. Mentre per eseguire in fascio AM che è quello sul femore più verticale e più posteriore la tecnica transtibiale risultava idonea, per eseguire il foro femorale per il fascio PL che è più anteriore e più basso sul femore è stata proposta una tecnica mediante un portale accessorio artroscopico AM. Tuttavia dopo circa 10 anni di intervento di ricostruzione a doppio fascio in tutto il mondo si è visto che questa metodica non migliora i risultati rispetto a quella tradizionale a singolo fascio quindi è stata progressivamente abbandonata. La grande eredità però dell'epoca del doppio fascio è stata quella di capire che il punto di inserzione anatomico sul femore è più basso e più anteriore rispetto a quello raggiungibile mediante tecnica transtibiale, quindi si è passati ad una ricerca del punto anatomico e non più del punto isometrico. Per raggiungere in maniera ottimale questo punto anatomico sul femore esistono due tecniche, quella trasportale cioè attraverso un portale accessorio artroscopico AM e la vecchia metodica out-in, nella quale la guida è inserita sempre dal portale AM o AL ma la fresatura avviene dall'esterno. Inoltre lo sviluppo tecnologico ha portato all'immissione nel mercato di frese retrograde che permettono di eseguire un half tunnel femorale out-in

senza seconda incisione esterna quindi con aggressività chirurgica uguale a quella transtibiale o trasportale, così come sono state introdotte delle frese flessibili per eseguire il foro in maniera più corretta anche da portale AM. Nella nostra scuola abbiamo sempre ritenuto la metodica out in la migliore per ricercare il punto anatomico sul femore e per eseguire il foro femorale in maniera indipendente da quello tibiale⁶. Per questo motivo continuiamo a credere che questa metodica sia più semplice e più riproducibile di quella trasportale, a maggior ragione con l'utilizzo di frese retrograde. Inoltre la metodica out-in risulta fondamentale spesso negli interventi di revisione⁷ dove bisogna evitare il conflitto con il tunnel del primo intervento quindi la possibilità di posizionare il tunnel in maniera libera su tutti i piani può fare la differenza.

Bibliografia

- 1 Simmons R, Howell SM, Hull ML. *Effect of the angle of the femoral and tibial tunnels in the coronal plane and incremental excision of the posterior cruciate ligament on tension of an anterior cruciate ligament graft: an in vitro study*. J Bone Joint Surg Am 2003;85:1018-29.
- 2 Musahl V, Plakseychuk A, VanScyoc A, et al. *Varying femoral tunnels between the anatomical footprint and isometric positions: effect on kinematics of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee*. Am J Sports Med 2005;33:712-8.
- 3 Sakane M, Fox RJ, Woo SL, et al. *In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads*. J Orthop Res 1997;15:285-93.
- 4 Cha PS, Brucker PU, West RV, et al. *Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: an anatomic approach*. Arthroscopy 2005;21:1275.
- 5 Yagi M, Kuroda R, Nagamune K, et al. *Double-bundle ACL reconstruction can improve rotational stability*. Clin Orthop Relat Res 2007;454:100-7.
- 6 Monaco E, Fabbri M, Redler A, et al. *In-out versus out-in technique for ACL reconstruction: a prospective clinical and radiological comparison*. J Orthop Traumatol 2017;18:335-341. doi: 10.1007/s10195-017-0458-7.
- 7 Ferretti A, Conteduca F, Monaco E, et al. *Revision anterior cruciate ligament reconstruction with doubled semitendinosus and gracilis tendons and lateral extra-articular reconstruction. Surgical technique*. J Bone Joint Surg Am 2007;89 Suppl 2 Pt.2:196-213.

L.A. Pederzini¹
M. Prandini¹
A.M. Alifano²
A.F. Cheli¹

¹ Nuovo Ospedale Civile di Sassuolo,
Reparto di Ortopedia, Traumatologia e
Chirurgia Artroscopica e Mini-invasiva,
ESSKA Teaching Center, Modena;

² Università Campus Biomedico, Roma

Ricostruzione LCA a doppio fascio: ancora di moda?

Riassunto

La prima descrizione anatomica di un LCA composto di due fasci anatomicamente separati risale agli anni '30, mentre la ricostruzione del LCA con tecnica a doppio fascio (DF), descritta per la prima volta senza ricevere grandi attenzioni già negli anni '80, ha attraversato un periodo di rinnovato interesse sul finire del primo decennio degli anni 2000. Negli anni più recenti si è assistito ad una tendenza alla riduzione dell'utilizzo della tecnica a doppio fascio, probabilmente legata alla complessità della tecnica, al tempo dedicato alla curva di apprendimento e alla difficoltà a cui espone nel caso si renda necessaria una revisione. Nonostante ciò la tecnica a doppio fascio può avere sicuramente ancora un ruolo. Nella nostra esperienza il candidato ideale è un paziente ad alta richiesta funzionale, che pratichi attività in cui il ginocchio è sottoposto ad elevate sollecitazioni rotatorie e torsionali, specie se a ginocchio flesso (come ad esempio nel judo o nella lotta greco-romana), e con un ginocchio di grandi dimensioni.

Parole chiave: LCA, doppio fascio, singolo fascio

Summary

The first anatomical description of an ACL composed of two anatomically separated bundles dates back to the 1930s, while the reconstruction of the ACL with the double-bundle technique, described for the first time without receiving great attention as early as the 1980s, has crossed a period of renewed interest towards the end of the first decade of the 2000s. In recent years there has been a tendency to reduce the use of the double-bundle technique, probably due to the complexity of the technique, the time spent on the learning curve and the difficulty to which it is exposed in the event that a revision is necessary. Despite this, the double bundle technique can certainly still play a role. In our experience the ideal candidate is a patient with a high functional demand, who practices activities in which the knee is subjected to high rotatory and torsional stresses, especially if the knee is flexed (such as in judo or in the Greco-Roman fighting), and with a over-sized knee.

Key words: ACL, double bundle, single bundle

Introduzione

Sebbene la ricostruzione del LCA (legamento crociato anteriore) porti ad una larga percentuale di risultati soddisfacenti¹, alcuni aspetti degli esiti a distanza lasciano pensare che possano rimanere potenziali margini di miglioramento della tecnica chirurgica.

Sono infatti stati riportati tassi di incidenza di osteoartrosi fino al 39% dei pazienti a 10 anni dall'intervento e fino al 30-40% dei pazienti lamentano instabilità soggettiva permanente e/o non riescono a ritornare ad un livello di attività pre-trauma¹.

Storia

La prima descrizione anatomica di un LCA composto di due fasci anatomicamente separati risale agli anni '30¹, mentre la ricostruzione del LCA con tecnica a doppio fascio (DF), descritta per la prima volta senza ricevere grandi attenzioni già negli anni '80², ha attraversato un periodo di rinnovato interesse sul finire del primo decennio degli anni 2000, con l'intento di porre maggiore attenzione ad una riproduzione più accurata dell'anatomia nativa, cercando così di migliorare ulteriormente i risultati a distanza delle ricostruzioni del LCA¹.

Indirizzo per la corrispondenza:

Luigi Adriano Pederzini

Nuovo Ospedale Civile di Sassuolo,
Reparto di Ortopedia, Traumatologia e
Chirurgia Artroscopica e Mini-invasiva,
ESSKA Teaching Center
gigiped@hotmail.com

Anatomia funzionale

L'accurato studio dell'anatomia del legamento crociato anteriore ha portato a conoscenza della conformazione dell'LCA come composto da due fasci, anteromediale (AM) e posterolaterale (PL), così denominati per la loro inserzione tibiale.

Le linea intercondilare laterale è il margine anteriore del LCA. Questo reperi osseo decorre da prossimale a distale con il ginocchio in estensione e nessuna fibra del LCA si inserisce al davanti di questo linea. La cresta biforcata laterale, spesso ma non sempre visualizzabile, separa invece le inserzioni dei 2 fasci AM e PL⁴.

I due fasci rispondono in maniera differente alla sollecitazione anteriore della tibia; la forza nel fascio PL è più alta in piena estensione per ridursi poi con la flessione, mentre nel fascio AM è più bassa in estensione ed arriva al massimo a 60° di flessione. I due siti di inserzione femorali risultano verticali a ginocchio esteso e orizzontali a ginocchio flesso, dunque i due fasci sono paralleli a ginocchio esteso, incrociati a ginocchio flesso⁵.

Il fascio AM, che controlla perlopiù la stabilità antero-posteriore, è più spesso lesionato a seguito di traumi ad alta energia, mentre il fascio PL, a cui spetta il controllo prevalente della stabilità rotatoria, può rompersi a seguito di traumi torsionali più subdoli⁴.

⁶, si sono aggiornate in maniera da poter tendere sempre più alla replicazione di un LCA nativo, portando infine, a risultati migliori che in passato. Come non esiste una sola tecnica standardizzata per la ricostruzione a singolo fascio, così, anche per il doppio fascio, diversi autori hanno proposto varianti di tecnica. Ricostruzione a doppio fascio non è sinonimo di ricostruzione anatomica.

Tecniche di ricostruzione a doppio fascio

Nelle varie tecniche descritte nel corso degli anni in letteratura vi è variabilità riguardo i criteri di anatomicità da rispettare, per i quali non è stato definito un vero e proprio consenso⁷.

Gli studi anatomici sul LCA normale hanno lasciato questioni irrisolte riguardo a dove posizionare i tunnels per rispettare appieno le inserzioni dirette e indirette delle fibre⁸. In generale, una tecnica a doppio fascio anatomica prevede la preparazione di quattro tunnels ossei, due tibiali e due femorali, posizionati a livello delle aree di inserzione native dei singoli fasci.

Negli anni '80 Zarins et al. descrissero una tecnica assimilabile ad un doppio fascio, sebbene non anatomica, utilizzando i semitendini passati over the top in senso disto-proximale e aggiungendo una MacIntosh 2 (porzione di tratto ileo-tibiale passato over the top sul femore in senso prossimo-distale).

Fu et al¹. hanno descritto come primo step la preparazione del tunnel femorale PL attraverso un portale mediale accessorio a ginocchio iperflesso; viene poi preparato il tunnel PL tibiale con un compasso a 45°, il tunnel AM tibiale con compasso a 55°; infine il tunnel femorale AM è praticabile, nella stragrande maggioranza dei casi, per via transtibiale tramite il tunnel tibiale PL; il fascio PL viene fissato in massima estensione e quello AM a 45° di flessione. Marcacci et al. hanno descritto una variante di tecnica che prevede di lasciare l'inserzione dei flessori alla zampa d'oca; i due tunnels femorali sono praticati con metodica out-in a ginocchio flesso a 90°; mentre i due tunnels tibiali sono praticati col ginocchio in posizione "a quattro", quello AM con il compasso a 45° con un ingresso più anteriore in prossimità dell'inserzione della zampa d'oca, quello PL con il compasso a 55° e un ingresso più posteriore, situato appena davanti al collaterale mediale superficiale. Lo stesso gruppo di autori ha confrontato una tecnica a DF a 4 tunnels (anatomica) con una variante non anatomica che prevede un solo tunnel tibiale e uno solo femorale (praticato tramite portale mediale accessorio); i tendini flessori, lasciati inseriti anche in questo caso alla zampa d'oca, vengono passati out-in nel tunnel tibiale, poi over the top sul femore a costituire il fascio AM, che viene fissato con una cambra sul condilo femorale laterale, prima di ripassare in maniera out-in attraverso il singolo tunnel femorale a costituire il fascio PL e in maniera in-out di nuovo attraverso quello tibiale, all'uscita del quale viene nuovamente fissato con una cambra. La valutazione quantitativa in vivo ha mostrato sovrapposibilità fra le due tecniche nel controllare le traslazioni antero-posteriori e il pivot-shift⁷.

Volpi et al. hanno descritto la preparazione di entrambi i tunnels femorali mediante approccio transtibiale.

Adravanti et al. hanno descritto una tecnica che prevede di praticare il tunnel femorale PL in maniera out-in e quello femorale AM attraverso il tunnel tibiale PL. Christel et al. hanno descritto una tecnica con puntatori femorali e tibiali dedicati per l'esecuzione dei doppi tunnels.

Nel nostro gruppo Pederzini et al. hanno descritto inizialmente una ulteriore variante di tecnica utilizzando il tendine quadricipitale con bratta ossea in un singolo tunnel femorale praticato tramite portale mediale accessorio e con l'estremità opposta divisa in due fasci per due tunnel tibiali separati; i vantaggi teorici di tale tecnica sono una maggiore area di sezione dell'innesto, un'interfaccia osso-osso con migliore incorporazione dell'innesto e possibile minore allargamento del tunnel femorale.

Successivamente, lo stesso autore, ha validato e descritto l'utilizzo di un compasso femorale dedicato (PinPoint-S&N) per la preparazione out-in di entrambi i tunnel femorali. Tale compasso prevede l'utilizzo di occhielli dedicati di diverse misure e presenti per lato destro e sinistro, in



Figura 1. ACUFEX™ PINPOINT Anatomic ACL Guide System S&N.

modo di poter rispettare appieno le aree di inserzione individuali del singolo paziente, allineando la parte superiore della guida al di sotto della linea intercondilare laterale (Fig. 1). Il tunnel PL viene quindi preparato a 120° di flessione e quello AM a 130°, assicurando la corretta lunghezza e divergenza dei due tunnels¹⁴.

Muneta et al. raccomandano un approccio di conservazione delle fibre residue del LCA lesionato, per utilizzarle come riferimento durante la ricostruzione: il tunnel femorale AM viene localizzato appena posteriore alle fibre residue e quello PL appena posteriore e distale alle stesse; gli autori preferiscono la tecnica out-in per la preparazione dei tunnels femorali e raccomandano di evitare la fissazione del fascio PL a 45°.

Risultati

I risultati della tecnica a doppio fascio sono stati ampiamente studiati sia in vivo che su cadavere.

In particolare, diversi studi biomeccanici hanno stabilito la validità di tale ricostruzione nel ripristinare il controllo della stabilità rotatoria e nel rispondere alle sollecitazioni combinate al ginocchio. Anche studi cinematici hanno stabilito un miglior ripristino della cinematica normale del ginocchio con tecnica a doppio fascio. Inoltre gli studi clinici sono risultati incoraggianti, evidenziando ripetutamente un ripristino oggettivo migliore della stabilità rotatoria, intesa come negatività del “pivot-shift” all’esame obiettivo (fino al 94% dei pazienti a 2 anni); le valutazioni soggettive mostrano una soddisfazione dei pazienti perlomeno equiparabile a quella delle ricostruzioni a singolo fascio¹.

Va sottolineato come, nonostante l’evidenza oggettiva di una migliorata stabilità rotatoria con la ricostruzione a

doppio fascio, la maggior parte degli studi condotti non mostrino in realtà differenze significative in termini di valutazioni soggettive da parte dei pazienti.

Non esistendo però uniformità di tecnica chirurgica nella ricostruzione a doppio fascio e non essendo sempre la valutazione della stabilità del ginocchio condotta secondo criteri di oggettività ben definiti, quali una valutazione in vivo condotta in maniera strumentata piuttosto che manuale, i risultati riportati in letteratura vanno analizzati con attenzione ed estrema criticità.

Discussione

La ricostruzione a doppio fascio del LCA dovrebbe ormai essere considerata un “concetto” piuttosto che una tecnica chirurgica, che tenda al ripristino dell’anatomia mediante una procedura individualizzata per il singolo paziente a seconda delle sue singole caratteristiche¹⁶. Tale “concetto” prevede che, anche utilizzando una tecnica a singolo fascio, si tenda alla replicazione delle aree di inserzione femorali e tibiali, ricercandone i reperi anatomici per riprodurre fedelmente la corretta dimensione e posizione.

Se effettuata secondo tali principi, la tecnica a singolo fascio ha dimostrato sostanziale sovrapponibilità di risultati con la tecnica a doppio fascio¹⁶.

Piuttosto che aggiungere un secondo fascio risulta pertanto importante la replicazione di una corretta anatomia. L’evoluzione dello studio delle aree di inserzione ha permesso di replicare una corretta anatomia sia con tecniche a doppio fascio che a singolo fascio.

Alla luce di tali considerazioni è lecito chiedersi se la ricostruzione del LCA a doppio fascio sia ancora di moda. Essa necessita infatti di una lunga curva di apprendimento, con un conseguente aumento dei tempi chirurgici e dei costi.

Per stabilire il valore di tale tecnica al giorno d’oggi, abbiamo preso in esame la letteratura più recente e di maggiore qualità, focalizzandoci sulle revisioni e metanalisi pubblicate negli ultimi 7 anni.

Si ritiene ormai opportuno riservare la ricostruzione a doppio fascio a casi selezionati e fornire una lista di indicazioni e controindicazioni precise¹⁶;

Indicazioni:

- Paziente con instabilità persistente dopo ricostruzione a singolo fascio (raro).
- Paziente sportivo di alto livello coinvolto in attività di taglio e/o pivoting.

Controindicazioni relative:

- Artrosi avanzata (grado 3 o superiore; potrebbe peggiorare più rapidamente).
- Cartilagini di accrescimento aperte (meglio limitare l’insulto iatrogeno).

- Importante edema osseo alla RMN (meglio limitare l'insulto iatrogeno).
- Lesioni multilegamentosa.

Talvolta la decisione finale riguardo una ricostruzione a singolo o a doppio fascio può essere presa soltanto intraoperatoriamente, poiché sono stati stabiliti criteri chirurgici di praticabilità della tecnica doppio fascio.

Sono pertanto da considerarsi controindicazioni relative all'esecuzione di una tecnica DF anche:

- Gola intercondiloidea troppo stretta (<14 mm): ostacola il posizionamento di 2 tunnels femorali.
- Gola intercondiloidea troppo bassa (<14 mm): espone all'impingement del graft in estensione.
- Diametro area di inserzione tibiale nativa <14 mm (un innesto a singolo fascio sarà in tal caso sufficiente a ripristinare il 60-80% dell'area di inserzione del LCA nativo, mentre un doppio fascio eccederebbe tale area).

Nel 2012 Marcacci et al. hanno svolto una revisione della letteratura per valutare la reale efficacia della tecnica a DF nell'eliminare il fenomeno del pivot-shift mediante un sistema di misurazione quantitativo (RMN o navigazione computerizzata), includendo 7 studi in vitro e 5 in vivo ed evidenziando come tale tecnica eliminasse traslazioni e rotazioni patologiche determinando un over-constrain del ginocchio rispetto ad un ginocchio sano, in particolare in prossimità della massima estensione.

Nel 2017 uno studio prospettico di coorte (livello III) ha confrontato 20 ricostruzioni a DF con 22 a SF, mostrando, all'analisi TC, un minore allargamento dei tunnels a un anno dall'intervento per il gruppo a DF.

Un'analisi della letteratura riguardante gli aspetti economici delle ricostruzioni del LCA condotta negli Stati Uniti ha evidenziato costi inferiori con esiti egualmente soddisfacenti per la tecnica a SF.

Una recentissima revisione sistematica ha incluso 7 studi clinici randomizzati (livello I-II), comprendenti 375 ricostruzioni a SF e 477 a DF ad un follow up medio di 5.3 anni, mostrando assenza di differenze significative fra le due tecniche in termini di fallimento (sebbene con un trend a favore della tecnica a DF) e di incidenza di osteoartrosi nel medio termine (valutazione radiografica secondo la scala Kellegren-Lawrence).

Una revisione di 17 studi clinici randomizzati, per un totale di 1433 pazienti, pubblicata nel database Cochrane, ha mostrato limitate evidenze a favore della ricostruzione a DF in termini di ripristino oggettivo della stabilità del ginocchio, con una protezione maggiore rispetto all'incidenza di ri-rotture del LCA e di nuove lesioni meniscali e con un miglior ritorno al livello di attività pre-trauma rispetto alla tecnica a SF.

Una revisione sistematica del 2015 ha incluso 60 lavori (di cui 25 studi clinici randomizzati), con livello di evidenza

I-III, confrontanti le due tecniche, per un totale di 4.146 pazienti (50% a SF e 50% a DF); tale revisione ha riportato un tasso di ri-rottura minore per la tecnica DF, un controllo migliore della stabilità antero-posteriore e rotatoria per la tecnica a DF nel 45% degli studi e risultati soggettivi riportati dai pazienti sovrapponibili per le due tecniche.

Nel 2016 Zhang et al. hanno condotto una revisione sistematica della letteratura includendo solo studi clinici di evidenza I-II (22 lavori per un totale di 2.261 pazienti); gli autori hanno evidenziato come la tecnica a DF mostrasse risultati superiori in termini di ripristino della stabilità sagittale e rotatoria e di IKDC rispetto ad una tecnica a SF transtibiale classica, ma soltanto un miglior ripristino della stabilità rotatoria quando confrontata con una tecnica a SF con tunnels indipendenti.

Nel 2018 una metanalisi di 5 studi clinici randomizzati (294 pazienti, di cui 150 operati con tecnica a DF e 144 con tecnica a SF)²⁴, ha evidenziato, ad un follow up minimo di 5 anni, assenza di differenze significative fra le due tecniche in termini di stabilità sagittale e rotatoria, di punteggi funzionali (IKDC, Lysholm e Tegner) e di tasso di fallimento. Appare evidente come i risultati di diverse metanalisi siano talvolta discordanti.

Per fare luce una revisione sistematica di 9 metanalisi (di cui 3 di con soli studi di livello I e 6 con studi di livello I-II) ha mostrato superiorità della tecnica a DF nel ripristinare la stabilità sia sagittale che rotatoria e nel fornire miglior punteggi oggettivi. I punteggi soggettivi, il rischio di fallimento e le complicanze erano invece sovrapponibili con quelli della tecnica a SF²⁵.

Nel 2015, dati provenienti dall'analisi del Registro Nazionale Svedese delle Ricostruzioni del LCA²⁶ hanno mostrato, su un campione di 16.281 ricostruzioni (dal 2005 al 2011), di cui soltanto 510 con tecnica DF, assenza di differenze statisticamente significative in termini di tasso di revisione (2.1% per il gruppo a singolo fascio e 1.6% per il gruppo a doppio fascio) e di punteggi KOOS e EQ-5D.

Nel 2017 i dati provenienti dallo stesso registro sono stati aggiornati, fornendo un'analisi più approfondita e differenziando ulteriormente le ricostruzioni di LCA in sottogruppi di ricostruzioni "anatomiche" e "non anatomiche" (basandosi su criteri di anatomicità definiti dalla anatomic ACL reconstruction scoring checklist – AARSC)⁶.

Il lavoro ha incluso 22.460 ricostruzioni effettuate fra il 2007 e il 2014, di cui 614 a DF.

Le ricostruzioni a SF sono state quindi raggruppate in 5 sottogruppi sulla base della rispondenza o meno ad 8 requisiti di "anatomicità". Le ricostruzioni a DF sono state invece analizzate come un gruppo unico, indipendentemente dalla tecnica chirurgica, dato il numero molto più esiguo.

L'analisi ha evidenziato un aumentato rischio di revisione

per il gruppo a SF. Nonostante ciò la valutazione dei sottogruppi di ricostruzione a SF ha mostrato come tale differenza sia statisticamente significativa soltanto nel confronto della tecnica a DF rispetto alla tecnica SF anatomica con tunnel indipendenti e non per tutti gli altri sottogruppi di ricostruzione a SF.

La tecnica DF ha mostrato il tasso di sopravvivenza cumulativa maggiore, sorprendentemente seguita dalla tecnica a SF transtibiale non anatomica, mentre il tasso di sopravvivenza più basso è stato riscontrato per la tecnica a SF anatomica con tunnels indipendenti.

Tali risultati confermano l'idea che un innesto posizionato in maniera più "anatomica" sia esposto a maggiori forze di stress che potrebbero predisporlo a maggior rischio di fallimento. La tecnica a doppio fascio invece, pur rispettando l'anatomia, distribuirebbe tali stress sui due fasci separati in maniera più uniforme durante la flessione-estensione, cosa che, assieme ad una maggiore copertura delle aree di inserzione native su tibia e femore, potrebbe comportare migliore vascolarizzazione, maturazione e incorporazione dell'innesto. Un innesto "non anatomico" sarebbe invece sottoposto a minori carichi, ma esporrebbe ad un minore controllo della stabilità rotatoria⁶.

La tecnica a doppio fascio sarebbe pertanto in grado di ridurre il rischio di ri-rottura atraumatica, distribuendo meglio le forze sull'innesto e favorendone la corretta integrazione, nonché quella traumatica, proteggendo meglio il ginocchio dai carichi rotatori.

Infine, non è trascurabile il fatto, che la stragrande maggioranza dei lavori pubblicati in letteratura sugli esiti delle ricostruzioni aDF, non prenda in considerazione eventuali lesioni periferiche associate, quali le lesioni dell'angolo postero-laterale o del legamento antero-laterale (ALL), che in anni più recenti ha ricevuto una notevole attenzione quale possibile struttura anatomica coinvolta nel controllo della stabilità rotatoria.

A tale proposito Monaco et al. hanno confrontato gli esiti di ricostruzione a SF abbinata a plastica laterale esterna con quelli di ricostruzioni a DF mediante analisi quantitativa in vivo con navigazione computerizzata, evidenziando come nel gruppo del SF vi fosse un miglior controllo dell'intra-rotazione tibiale a 30° e a 90°, in condizione statica.

In maniera simile Marcacci et al. hanno evidenziato⁹, nel confronto fra le 2 tecniche, un miglior controllo dinamico del pivot-shift per la tecnica a DF.

Conclusioni

In conclusione, negli anni più recenti si è assistito ad una tendenza alla riduzione dell'utilizzo della tecnica a doppio fascio, confermata dai dati di letteratura e probabilmente legata alla complessità della tecnica, al tempo dedicato

alla curva di apprendimento e alla difficoltà a cui espone nel caso si renda necessaria una revisione. Un recente sondaggio condotto fra Ortopedici esperti di ricostruzione del LCA in ambito sportivo professionistico (football americano di college e NFL) ha mostrato come uno solo su 137 di essi preferisse la tecnica a doppio fascio e lo stesso registro svedese ha evidenziato come soltanto il 3% di tutte le ricostruzioni fosse a doppio fascio.

Sebbene siano noti i teorici vantaggi della tecnica a doppio fascio, È verosimile che un cambio di abitudini radicale nella pratica chirurgica di Ortopedici con un alto volume di ricostruzione del LCA, richieda maggiori evidenze di elevata qualità a favore della tecnica a doppio fascio, specialmente negli esiti a lungo termine, perché essere possa realmente essere preferita alla tecnica a singolo fascio²¹.

Nonostante ciò la tecnica a doppio fascio può avere sicuramente ancora un ruolo.

Nella nostra esperienza il candidato ideale è un paziente ad alta richiesta funzionale, che pratichi attività in cui il ginocchio è sottoposto ad elevate sollecitazioni rotatorie e torsionali, specie se a ginocchio flesso (come ad esempio nel judo o nella lotta greco-romana), e con un ginocchio di grandi dimensioni.

Bibliografia

- 1 Kenneth R. Morse, V.M.S, Freddie H. Fu. *Ricostruzione a doppio fascio del legamento crociato anteriore*. Insall & Scott. 2.
- 2 McCulloch, P.C, et al. *An illustrated history of anterior cruciate ligament surgery*. J Knee Surg, 2007. 20(2): p. 95-104.
- 3 Zelle, B.A, et al. *Double-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament: anatomic and biomechanical rationale*. J Am Acad Orthop Surg, 2007. 15(2): p. 87-96.
- 4 Kato, Y, et al. *Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction*. J Orthop Sci, 2010. 15(2): p. 269-76.
- 5 Ferretti, M, et al. *Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study*. Arthroscopy, 2007. 23(11): p. 1218-25.
- 6 Svantesson, E, et al. *Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction is superior to single-bundle reconstruction in terms of revision frequency: a study of 22,460 patients from the Swedish National Knee Ligament Register*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017. 25(12): p. 3884-3891.
- 7 Zaffagnini, S, et al. *Anatomic and nonanatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo kinematic analysis*. Am J Sports Med, 2014. 42(3): p. 708-15.
- 8 Muneta, T. *Twenty-Year Experience of a Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Clin Orthop Surg, 2015. 7(2): p. 143-51.
- 9 Zaffagnini, S, et al. *Anatomic double-bundle anterior cruciate*

- ate ligament reconstruction leaving hamstrings tibial insertion intact: technical note. *Musculoskelet Surg*, 2013. 97(1): p. 39-43.
- 10 Volpi, P, et al. *Double bundle anterior cruciate ligament reconstruction: Failure rate and patients-reported outcomes at 4-11 years of follow up*. *J Orthop*, 2019. 16(3): p. 224-229.
 - 11 Adravanti, P, et al. *Single-Bundle versus Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Randomized Controlled Trial with 6-Year Follow-up*. *J Knee Surg*, 2017. 30(9): p. 898-904.
 - 12 Christel, P, A. Sahasrabudhe, and G. Basdekis. *Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with anatomic aimers*. *Arthroscopy*, 2008. 24(10): p. 1146-51.
 - 13 Pederzini, L, et al. *Technical note: double tibial tunnel using quadriceps tendon in anterior cruciate ligament reconstruction*. *Arthroscopy*, 2000. 16(5): p. E9.
 - 14 Darren L. Johnson, M, Luigi A. Pederzini, MD, ACUFEX™ PINPOINT Anatomic ACL Guide System&N;Darren L. Johnson, MD, Luigi A. Pederzini, MD
 - 15 Nakamura, T, et al. *Comparison of three approaches for femoral tunnel during double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: A case controlled study*. *J Orthop Sci*, 2019. 24(1): p. 147-152.
 - 16 Muller, B, et al. *Indications and contraindications for double-bundle ACL reconstruction*. *Int Orthop*, 2013. 37(2): p. 239-46.
 - 17 Zaffagnini, S, et al. *Can the pivot-shift be eliminated by anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction?* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012. 20(4): p. 743-51.
 - 18 Aga, C, et al. *Tunnel widening in single- versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstructed knees*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017. 25(4): p. 1316-1327.
 - 19 Saltzman, B.M, et al. *Economic Analyses in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Qualitative and Systematic Review*. *Am J Sports Med*, 2016. 44(5): p. 1329-35.
 - 20 Belk, J.W, et al. *Knee Osteoarthritis After Single-Bundle Versus Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials*. *Arthroscopy*, 2019. 35(3): p. 996-1003.
 - 21 Mundi, R. and M. Bhandari. *Cochrane in CORR ((R)): Double-bundle Versus Single-bundle Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Rupture in Adults (Review)*. *Clin Orthop Relat Res*, 2016. 474(5): p. 1099-101.
 - 22 Björnsson H1, D.N, Musahl V, Alentorn-Geli E, Bhandari M, Fu F, Samuelsson K. *Is double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction superior to single-bundle? A comprehensive systematic review*. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015 Mar;23(3):696-739, 2015.
 - 23 Zhang, Y, et al. *Systemic Review of Anatomic Single- Versus Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Does Femoral Tunnel Drilling Technique Matter?* *Arthroscopy*, 2016. 32(9): p. 1887-904.
 - 24 Chen, H, et al. *Single-bundle versus double-bundle autologous anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of randomized controlled trials at 5-year minimum follow-up*. *J Orthop Surg Res*, 2018. 13(1): p. 50.
 - 25 Mascarenhas R, C.G, Sayegh ET, Verma NN, Cole BJ, Bush-Joseph C, Bach BR Jr. *Does Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Improve Postoperative Knee Stability Compared With Single-Bundle Techniques? A Systematic Review of Overlapping Meta-analyses*. *Arthroscopy*. 2015 Jun;31(6):1185-96. doi: 10.1016/j.arthro.2014.11.014. Epub 2015 Jan 14, 2015.
 - 26 Björnsson, H, et al. *No difference in revision rates between single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a comparative study of 16,791 patients from the Swedish national knee ligament register*. *Arthroscopy*, 2015. 31(4): p. 659-64.
 - 27 E. Monaco, L. Labianca, F. Conteduca, A. De Carli, A.Ferretti. *Double bundle or single bundle plus extraarticular tenodesis in ACL reconstruction?* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2007), 2007.

M. Ronga¹
J. Tamini²
G. Zappalà³
M. Mazzacane⁴
R. Marin⁴
F. Fazzari⁴
P. Stissi⁴
D. Pin⁴
N. Castelnuovo⁵

¹ Dipartimento di Medicina e di Scienze della Salute 'Vincenzo Tiberio', Università degli Studi del Molise, Campobasso;

² UO Ortopedia e Traumatologia II CTO, Azienda Socio Sanitaria Territoriale Centro Specialistico Ortopedico Traumatologico Gaetano Pini-CTO, Università degli Studi di Milano; ³ Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, Azienda Ospedaliera Papa Giovanni XXIII Bergamo; ⁴ Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita (DBSV), Università degli Studi dell'Insubria, Varese; ⁵ UO Ortopedia e Traumatologia, Istituto Clinico Città Studi di Milano

Indirizzo per la corrispondenza:

Mario Ronga

Dipartimento di Medicina e di Scienze della Salute 'Vincenzo Tiberio'
Università degli Studi del Molise
via Giovanni Paolo II
86100 Campobasso
mario.ronga@unimol.it

Anatomia e biomeccanica dei menischi

Anatomy and biomechanics of the menisci

Riassunto

I menischi sono strutture fibrocartilaginee di forma approssimativamente triangolare in sezione trasversale e coprono da metà a due terzi della superficie articolare del corrispondente piatto tibiale. Il menisco mediale è più ampio del menisco laterale, sebbene il suo corpo sia leggermente più sottile. I corni meniscali, mediante le radici, ancorano i menischi all'osso subcondrale sottostante del piatto tibiale. Le inserzioni delle radici meniscali stabilizzano il menisco in posizione ottimale consentendo lo svolgimento della funzione di assorbimento degli stress sul ginocchio. La funzione primaria del menisco è di trasmettere il carico articolare attraverso il ginocchio aumentando la congruenza tra femore e tibia e diminuendo così lo stress sulla cartilagine articolare. I menischi svolgono anche un ruolo secondario nell'assorbimento degli stress, nella stabilità, nella lubrificazione, nella nutrizione e nella propriocezione dell'articolazione del ginocchio.

Parole chiave: menischi, ginocchio, anatomia, biomeccanica

Summary

The menisci are roughly triangular in cross section, covering one-half to two-thirds of the articular surface of the corresponding tibial plateau. The medial meniscus is broader than the lateral meniscus, although its body is slightly thinner. Meniscal horns anchor the menisci to the underlying subchondral bone of the tibial plateau through the meniscal roots. The meniscal root attachment aids meniscal function by securing the meniscus in place and allowing for optimal shock-absorbing function in the knee. The primary function of the meniscus is to transmit load across the tibiofemoral joint by increasing congruency, thereby decreasing the resultant stress placed on the articular cartilage. The menisci also play a secondary role in shock absorption, stability, lubrication, nutrition, and proprioception to the knee joint.

Key words: menisci, knee, anatomy, biomechanics

Anatomia

I menischi sono strutture fibrocartilaginee a sezione triangolare ed a forma di "C", con la base inserita sulla capsula articolare e l'apice libero verso il centro dell'articolazione, e coprono circa i due terzi periferici della superficie articolare della tibia. Anatomicamente, ogni menisco viene suddiviso in 3 porzioni: corno anteriore, corpo e corno posteriore (Fig. 1). Il corno posteriore del menisco mediale è più grande del corno anteriore, mentre corno anteriore e corno posteriore del menisco laterale sono di uguale dimensione. I punti dove corno anteriore e corno posteriore si inseriscono sulla tibia prendono il nome di radici meniscali. Il menisco mediale ha forma semicircolare. Il corno anteriore si inserisce sul piatto tibiale nella fossetta intercondiloidea anteriore al davanti del legamento crociato anteriore. Le sue fibre posteriori si fondono con il legamento trasverso, che connette i corni anteriori di entrambi i menischi. Il corno posteriore si inserisce nella fossa intercondiloidea posteriore della tibia, tra le inserzioni del menisco laterale e del legamento crociato posteriore. Il menisco laterale descrive invece un cerchio quasi completo e copre una superficie articolare maggiore rispetto al mediale. Il corno anteriore si inserisce sulla tibia davanti all'eminanza intercondiloidea e dietro al legamento crociato anteriore. Il corno posteriore si inserisce dietro l'eminanza intercondiloidea della tibia,

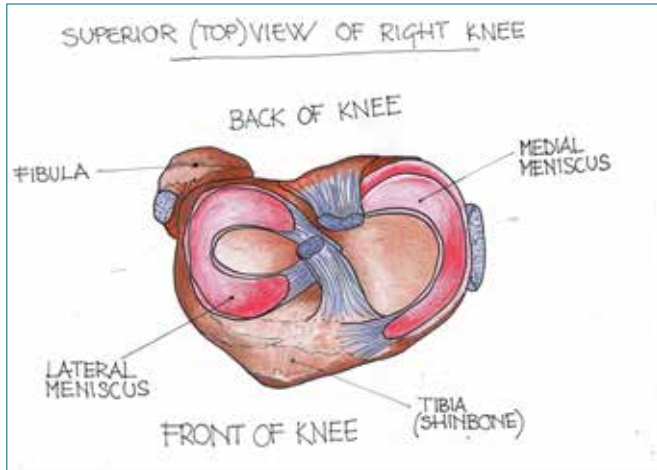


Figura 1. Anatomia dei menischi. Ginocchio destro. Il mediale presenta una forma a C aperta mentre il laterale a C chiusa. Da notare i rapporti anatomici delle radici meniscali (in continuità con i corni dei menischi e di colore grigio) rispetto ai legamenti crociati.

al davanti dell'estremità posteriore del menisco mediale. I menischi hanno numerose funzioni: aumentano la superficie di contatto femoro-tibiale distribuendo in modo omogeneo il carico sulle superfici articolari, contribuiscono alla stabilità del ginocchio, lubrificano e nutrono la cartilagine articolare e contribuiscono ai meccanismi propriocettivi articolari ¹.

Microscopicamente, il menisco è formato da fibrocartilagine a sua volta composta da fibroblasti, condrociti e matrice extracellulare rappresentata nella maggior parte da fibre collagene (75%). Sebbene tutti e quattro i tipi di collagene siano presenti all'interno dei menischi, il 90% circa del collagene è rappresentato da quello di tipo I. Le fibre di collagene sono disposte circolarmente nella regione più periferica, mentre in quella più interna sono presenti le fibre di connessione a direzione radiale. La predominanza delle fibre circolari nella regione meniscale più esterna è fondamentale per la distribuzione delle forze durante il carico (Fig. 2) ¹. La presenza delle fibre di elastina, che costituiscono circa lo 0,6% del peso del menisco, sembrano invece essere responsabili del ripristino della forma originaria della fibrocartilagine dopo una sua deformazione ². In un menisco degenerato, invece, si osserva una metaplasia cellulare con una predominanza di cellule ad aspetto condroide, con conseguente perdita delle sue caratteristiche funzionali.

I menischi sono strutture prevalentemente avascolari, a eccezione della parte prossima alla capsula articolare, che è vascolarizzata dal plesso capillare parameniscale che irroro inoltre la membrana sinoviale e la capsula articolare ³. La vascolarizzazione meniscale è assicurata dalle arterie

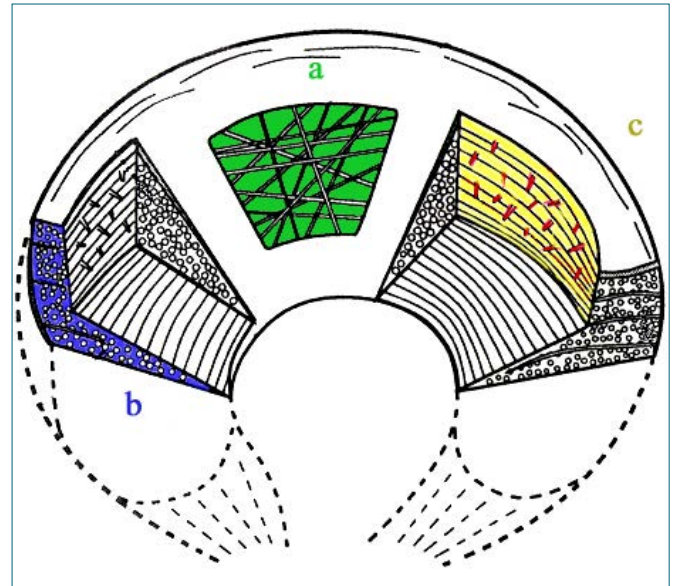


Figura 2 Disposizione delle fibre collagene nel tessuto meniscale: a) fibre superficiali a orientamento casuale. b) Fibre intermedie con fasci intrecciati in senso ortogonale. c) Strato profondo con fasci disposti in senso longitudinale (in giallo) uniti da fibrille radiali (evidenziate in rosso).

genicolate mediale, media e laterale, rami dell'arteria poplitea. In base al grado di vascolarizzazione e in progressione dalla capsula articolare al margine libero, il menisco è suddiviso in 3 zone: rossa/rossa, rossa/bianca e bianca/bianca (Fig. 3). Questa suddivisione è di fondamentale importanza per definire la capacità di riparazione biologica del menisco: è stato infatti dimostrato che una lesione meniscale ha una potenzialità di guarigione direttamente proporzionale alla sua comunicazione con la rete vascolare periferica ⁴. Se la lesione interessa una zona vascolarizzata, si assiste alla formazione di un coagulo di fibrina con infiltrazione di cellule infiammatorie. I vasi del plesso capilla-

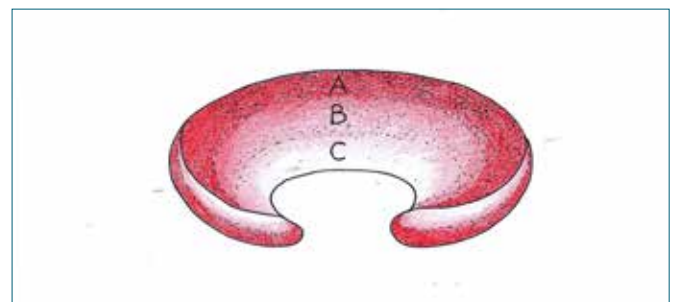


Figura 3. Vascolarizzazione del menisco. A. Zona rossa/rossa. B. Zona rossa/bianca. C. Zona bianca/bianca.

re perimeniscale proliferano attraverso questa impalcatura di fibrina accompagnate dalla invasione di cellule mesenchimali indifferenziate. Infine, la lesione è riempita con un tessuto cicatriziale fibrovascolare che mantiene accollati i margini della ferita e sembra in continuità con l'adiacente tessuto normale. La modulazione di questa cicatrice può richiedere alcuni mesi. Studi sperimentali hanno appurato che la resistenza di questo tessuto di riparazione è tuttavia minima e inversamente proporzionale alla grandezza della lesione ⁵. Se la lesione interessa invece il tessuto avascolare, si osserva una graduale degenerazione dello stesso dovuta all'assenza di vasi e alla scarsa percentuale di cellule attive nella produzione di matrice ⁶.

L'innervazione meniscale è fornita dalla branca peroneale ricorrente del nervo peroneo comune, che penetra la capsula articolare e seguendo i vasi entra nel menisco, andando a concentrare prevalentemente a livello di corno anteriore, corno posteriore e muro meniscale.

Le radici meniscali svolgono un ruolo fondamentale per la distribuzione del carico e per l'assorbimento delle forze a livello del ginocchio. Esse evitano inoltre l'estrusione del menisco che fisiologicamente è sottoposto ad una spinta centrifuga determinata dalle forze in compressione e rotazione che agiscono su di esso ⁷. In aggiunta alle radici meniscali, altre strutture garantiscono la stabilità dei menischi e la loro connessione con la superfici ossee circostanti: i legamenti meniscefemorali e meniscotibiali. I legamenti meniscefemorali connettono il corno posteriore del menisco esterno al versante laterale del condilo femorale mediale; un fascio passa anteriormente al legamento crociato posteriore e prende il nome di legamento di Humphry, mentre l'altro, denominato legamento di Wrisberg, è situato posteriormente al crociato posteriore. In alcuni casi (15-25%), è stata riscontrata la presenza di due ulteriori legamenti meniscefemorali, che connettono il corno anteriore del menisco mediale e laterale con la gola intercondiloidea, anteriormente al legamento crociato anteriore. I legamenti meniscotibiali, invece, sono degli ispessimenti della capsula articolare che connettono il bordo inferiore dei menischi con la porzione più esterna del piatto tibiale. In aggiunta a questi legamenti, ulteriore stabilità ai menischi viene data dall'inserzione capsulare del muro meniscale; mentre il menisco mediale è adeso alla capsula lungo tutto il suo decorso, il menisco laterale si stacca dalla capsula a livello dello hiatus popliteo, ove decorre il tendine del popliteo. Questo dettaglio anatomico rende ragione della maggior mobilità del menisco laterale rispetto a quello mediale, e probabilmente proprio questa possibilità di spostamento, che può arrivare fino a 1 cm, può essere la ragione della minor incidenza delle lesioni meniscali esterne rispetto a quelle interne ⁸.

Biomeccanica

Come già accennato, i menischi hanno numerose funzioni biomeccaniche che contribuiscono al corretto funzionamento del ginocchio. Diversi studi hanno dimostrato che durante la flessione del ginocchio il menisco mediale subisce uno spostamento di circa 2 millimetri, mentre lo spostamento del menisco laterale può arrivare fino a 11 millimetri ⁹. Inoltre, nel menisco mediale la mobilità a livello del corno posteriore è notevolmente minore rispetto a quella del corno anteriore ¹⁰. Se questo da un lato permette al menisco di modificare il suo raggio per adattarsi al differente raggio di curvatura dei condili femorali posteriori durante la flessione, dall'altro lato mette a rischio l'integrità del menisco stesso in caso di una ulteriore riduzione di mobilità a livello del corno posteriore, con conseguente intrappolamento della fibrocartilagine meniscale tra femore e tibia durante gli ultimi gradi di flessione del ginocchio. Nella cinematica articolare i menischi possono traslare unicamente in senso antero-posteriore: in flessione essi si spostano posteriormente per azione del muscolo semimembranoso sul menisco interno e del popliteo sul menisco esterno, mentre in estensione si spostano anteriormente. Nei movimenti di extrarotazione di tibia si verifica lo spostamento anteriore del menisco interno e posteriore di quello esterno, mentre in intrarotazione si verifica l'opposto.

La funzione di ammortizzatore e di trasmissione del carico da parte dei menischi è stata definitivamente confermata in seguito all'evidenza della rapida evoluzione artrosica di un ginocchio in seguito alla loro completa rimozione ¹¹. La forza verticale in compressione durante la deambulazione viene infatti trasformata dai menischi in stress circonferenziale che si scarica lungo le fibre collagene. Nonostante queste forze, il menisco evita la sua estrusione grazie al suo ancoraggio articolare mediante la radice anteriore, la radice posteriore, i legamenti meniscotibiali e quelli meniscefemorali, che lo mantengono in sede ⁹. Diversi studi mostrano che il menisco mediale assorbe fino al 50% del carico durante la deambulazione, mentre quello laterale può assorbirne fino al 70%. Particolare importanza assume il corno posteriore, che se in estensione assorbe circa il 50% della forza assiale, durante la flessione viene notevolmente sollecitato e caricato di circa il 90% del peso ¹². È stato dimostrato che una meniscectomia totale aumenta lo stress di contatto articolare del 100% nel comparto mediale e fino al 300% in quello laterale, accelerando l'usura condrale e l'instaurarsi di un processo artrosico irreversibile ¹².

Fondamentale per il ginocchio è anche il contributo meniscale alla stabilità articolare. La sua struttura geometrica, con la superficie superiore concava, permette una ottimale congruenza articolare tra la superficie femorale

convessa e il piatto tibiale. Diversi studi hanno dimostrato come in un ginocchio senza legamento crociato anteriore, il corno posteriore del menisco mediale sia la struttura più coinvolta nel resistere alla traslazione anteriore della tibia, con uno stress in estensione del 60% maggiore rispetto a un ginocchio sano e di quasi il 200% maggiore a 60° di flessione¹³.

I menischi svolgono un ruolo importante anche per quanto riguarda la propriocezione; tre strutture distinte sono responsabili della meccanoccezione meniscale, trasformando lo stimolo fisico in impulso elettrico: i meccanocettori di tipo I (Ruffini), di tipo II (Pacini) e di tipo III (Golgi). Questi recettori sono situati soprattutto a livello del corno anteriore e del corno posteriore e, mentre i corpuscoli del Pacini sono responsabili della sensazione del movimento articolare, i meccanocettori di tipo I e III trasmettono informazioni relativamente alla posizione articolare⁹.

Conclusioni

I menischi sono parte integrante della normale funzione dell'articolazione del ginocchio e svolgono un ruolo importante nella distribuzione del carico, assorbimento e distribuzione dei carichi articolari, stabilità, lubrificazione e propriocezione. La comprensione dell'anatomia, biomeccanica e funzione è di fondamentale importanza per l'approccio terapeutico e in particolare per la gestione chirurgica delle lesioni.

Bibliografia

¹ Greis PE, Bardana DD, Holmstrom MC, et al. *Meniscal inju-*

ry: I. Basic science and evaluation. J Am Acad Orthop Surg 2002;10:168-76.

² Höpker WW, Angres G, Klingel K, et al. *Changes of the elastin compartment in the human meniscus.* Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol 1986;408:575-92.

³ Arnoczky SP, Warren RF. *Microvasculature of the human meniscus.* Am J Sports Med 1982;10:90-5.

⁴ King D. *The healing of semilunar cartilages.* J Bone Joint Surg 1936;18:333-4.

⁵ Roeddecker K, Muennich U, Nagelschmidt M. *Meniscal healing: a biomechanical study.* J Surg Res 1994;56:20-7.

⁶ Arnoczky SP, Warren RF. *The microvasculature of the meniscus and its response to injury.* Am J Sports Med 1983;11:131-41.

⁷ Jeong HJ, Lee SH, Ko CS. *Meniscectomy.* Knee Surg Relat Res 2012;24:129-36.

⁸ Scott WN, Insall JN. *Insall & Scott surgery of the knee.* Philadelphia, PA: Elsevier/Churchill Livingstone 2012.

⁹ Fox AJS, Bedi A, Rodeo SA. *The basic science of human knee menisci: structure, composition, and function.* Sports Health 2012;4:340-51.

¹⁰ Thompson WO, Thaete FL, Fu FH, et al. *Tibial meniscal dynamics using three-dimensional reconstruction of magnetic resonance imaging.* Am J Sports Med 1991;9:210-6.

¹¹ Fairbank TJ. *Knee joint changes after meniscectomy.* J Bone Joint Surg Br 1948;30:664-70.

¹² Fukubayashi T, Kurosawa H. *The contact area and pressure distribution pattern of the knee: a study of normal and osteoarthritic knee joints.* Acta Orthop Scand 1980;51:871-9.

¹³ Allen CR, Wong EK, Livesay GA, et al. *Importance of the medial meniscus in the anterior cruciate ligament-deficient knee.* J Orthop Res 2000;18:109-115.

A. Delcogliano¹
M. Delcogliano²

¹ Clinica ARS Medica, Roma; ² Ospedale Regionale, Lugano (Svizzera)

Attuali indicazioni alla meniscectomia

Meniscal lesions: what to do and when

Riassunto

La meniscectomia è uno degli interventi più eseguiti in chirurgia ortopedica, ma i risultati a lungo termine non sono del tutto soddisfacenti.

Molti Autori già negli anni passati avevano evidenziato questo aspetto, ma solo negli ultimi 20-30 anni si è iniziato a parlare di conservazione meniscale allo scopo di prevenire le lesioni degenerative della cartilagine articolare del ginocchio.

Tuttavia il numero delle meniscectomie rimane molto alto, nonostante una numerosa produzione scientifica abbia indicato il valore della sutura meniscale nelle lesioni traumatiche e la validità del trattamento conservativo nelle lesioni degenerative.

Nelle lesioni traumatiche e nei soggetti giovani, la prima linea di scelta deve essere la sutura e non la rimozione del menisco, anche parziale. Soprattutto nelle lesioni longitudinali e specialmente nelle zone vascolarizzate, la percentuale di successo è molto alta. Le indicazioni alla sutura peraltro si sono ultimamente allargate anche a lesioni, teoricamente meno favorevoli, proprio a esaltare il concetto che bisogna tendere sempre alla conservazione del menisco.

Riguardo invece le lesioni meniscali degenerative, che devono essere considerate parte integrante di una iniziale artrosi del ginocchio, molti studi recenti hanno evidenziato che la meniscectomia selettiva non dà risultati superiori se confrontati con il trattamento conservativo. Quindi la prima opzione di scelta deve essere un trattamento conservativo e la meniscectomia selettiva deve essere presa in considerazione soltanto in caso di fallimento della terapia conservativa. Solo un sintomo meccanico può costringere a una più precoce indicazione chirurgica.

La conclusione di questo studio porta a una considerazione importante che deve cambiare completamente un modo di ragionare radicato nel tempo: oggi il concetto che deve diffondersi nella cultura del chirurgo ortopedico è "Salvare il menisco" con le modalità e le terapie più consoni al paziente che si ha di fronte.

Parole chiave: menisco, lesione meniscale traumatica, lesione meniscale degenerativa, sutura meniscale, meniscectomia selettiva, artroscopia

Summary

The purpose of this report is an updating regarding the correct behavior of the orthopedic surgeon in the presence of a meniscal tear.

In view of the important consequences on the joint mechanics of a meniscectomy, starting from what was done in the past, it comes, after an extensive analysis of the scientific literature of recent decades, to exactly outline what the behavior of the surgeon who has to deal with a meniscal lesion should be.

It illustrates, with great detail, the profound difference in attitude to be kept in relation to the age of the patient highlighting the therapeutic purpose of preventing the onset of knee osteoarthritis as much as possible.

Conclusions. In recent years much has changed, if not all, in the treatment of meniscal lesions in the young sportsman but also in those injuries of the elderly

Key words: meniscus, traumatic meniscal lesion, degenerative meniscal lesion, meniscal repair, partial arthroscopic meniscectomy, arthroscopy

Indirizzo per la corrispondenza:

Antonio Delcogliano
Clinica ARS MEDICA
via Ferrero di Cambiano, 29
00136 Roma
adelcogliano@me.com

Introduzione

La meniscectomia è ormai uno degli interventi più popolari e diffusi nel mondo, anche se i risultati a lungo termine non sono del tutto soddisfacenti.

Già nel 1948 Fairbank, ma più recentemente tanti altri autori come Amis (2006) han-

no illustrato quali possono essere le conseguenze di una meniscectomia sulla cartilagine articolare del ginocchio.

Ciò non ostante il numero delle meniscectomie eseguite ogni anno resta sorprendentemente elevato, quasi a non voler considerare il valore delle terapie alternative (Engelbrechtsen, 2016).

La mia esperienza chirurgica cominciò all'inizio degli anni settanta e in quegli anni il pensiero dominante era quello di Smillie (1967) che di fronte a una lesione meniscale si comportava così:

"If is torn, take it out !!!! Take it all out, If you just think torn, take it out".

Le cose sono cambiate drasticamente nelle ultime decadi per merito del miglioramento delle conoscenze scientifiche, di nuovi strumenti diagnostici, dell'enorme progresso dei mezzi tecnici a disposizione e soprattutto per una migliore valutazione dei risultati a lungo termine.

Miglioramento delle conoscenze scientifiche

Il ruolo cruciale del menisco nella biomeccanica del ginocchio fu dapprima messo in luce dagli studi di Kapandji (1970) e poi dalla memorabile pubblicazione di W. Muller che con il volume "The Knee" (1982) fece comprendere quanto fosse indispensabile la presenza del menisco per il buon funzionamento del ginocchio. Più recentemente Rodeo (2012) ha voluto rimarcare e aggiornare tutto quanto in nostra conoscenza in relazione al ruolo del menisco nel ginocchio umano.

Subito dopo il lavoro di Muller, Arnoczky e Warren (1983) studiarono la Microvascolarizzazione del menisco e successivamente De Haven e Arnoczky utilizzarono le conoscenze della scienza di base per tracciare una nuova via nella terapia delle lesioni meniscali dimostrando "The Repairability of the meniscus and healing process" (1994).

Nuovi strumenti diagnostici

La Risonanza magnetica ha aperto un nuovo orizzonte nella diagnosi delle lesioni meniscali e, grazie a essa, oggi dire che il menisco è rotto non è più sufficiente, perché non esiste una sola lesione meniscale ma molteplici varietà anatomico-patologiche con una terapia differente per ognuna di esse.

L'artroscopia poi, intesa come mezzo diagnostico, è stata una vera rivoluzione perché ha permesso una migliore valutazione del tipo di lesione, ci ha dato la possibilità di eseguire una meniscectomia selettiva, pressochè impossibile con le tecniche a cielo aperto, ha consentito inoltre con la sua bassa invasività una ridotta morbidità e un più veloce recupero funzionale.

Miglior valutazione dei risultati a lungo termine

Grazie alle numerose pubblicazioni in tal senso (FH. Fu, 1993) abbiamo potuto stabilire che la meniscectomia non è un intervento innocuo ma è un fattore primario nello sviluppo prematuro di una artrosi di ginocchio.

Addirittura l'entità dell'artrosi è proporzionale alla quantità di menisco asportato (A. Hede et al., 1992); tale concetto è stato ribadito da Papalia (2011) che, in una scrupolosa review della letteratura internazionale, analizzando un gran numero di pubblicazioni, ha sancito una volta per tutte che la meniscectomia è un fattore di rischio per l'artrosi di ginocchio.

Da quanto su esposto abbiamo finalmente capito che è ora di cambiare il nostro atteggiamento nei confronti di una lesione meniscale nella direzione di cercare in tutti i modi di "preservare il menisco".

Lesioni traumatiche

Una lesione traumatica del menisco deve essere considerata come una frattura, quindi il primo obiettivo del chirurgo deve essere provare a farla guarire eseguendo una sutura meniscale.

Verso la fine degli anni ottanta abbiamo cominciato a suturare le lesioni longitudinali a cielo aperto, soprattutto quelle non molto estese e in zone anatomico-patologiche favorevoli (rosso-rosso, rosso-bianco).

Più recentemente, con l'aiuto di mezzi tecnici sofisticati, abbiamo allargato l'indicazione alla sutura anche per lesioni più complesse, ricordando l'incitamento di Richmond (2000) che proclamava: "Be aggressive in repairing tears".

Questo concetto va ancor più enfatizzato se nella lesione è coinvolta la "Root" (PP. Mariani, 2014), la cui importanza nella biomeccanica del ginocchio è stata ribadita da numerosi autori (R. Allaire, 2008; RF. La Prade e L. Engelbrechtsen, 2015).

Ma allora, alla luce di queste considerazioni, c'è ancora spazio per la Meniscectomia?

Certamente, quando le tecniche di salvataggio del menisco non sono applicabili a quel particolare tipo di lesione. Sicuramente però una Meniscectomia non è accettabile per: eventuali pressioni del paziente o della sua società sportiva, o per ragioni medico-economiche.

Lesioni degenerative

La lesione degenerativa deve essere paragonata a una "Malattia del menisco", a lento sviluppo che tipicamente provoca uno slaminamento del tessuto meniscale.

"To cut or not to cut" diceva B. Reider (2015), imitando

Shakespeare, nel suo Amletico dubbio.

Per queste lesioni c'è un forte bisogno di una diagnosi accurata, e ciò può avvenire solo con:

Esame clinico accurato, Radiografie e Risonanza Magnetica.

La scrupolosa ricerca di segni meniscali, preceduta da una attenta raccolta della storia clinica del paziente, possono già orientare il medico verso una corretta diagnosi. Sicuramente poi l'esame strumentale, che in questi casi deve essere la radiografia che, con le varie proiezioni anche sotto carico, costituisce il primo elemento di supporto per arrivare a una diagnosi di precisione.

Un non corretto asse meccanico dell'arto inferiore, infatti, può farci capire che la lesione meniscale è dovuta a un sovraccarico funzionale di una parte del ginocchio, che non potrà trovare soluzione con una semplice artroscopia ma bisognerà considerare il ginocchio nel suo insieme, con eventuali correzioni dell'asse.

È ovvio che nell'epoca attuale sarebbe folle, per svariati motivi non ultimo quello medico-legale, affrontare un intervento chirurgico senza aver richiesto una Risonanza Magnetica; ma bisogna tener presente che per le lesioni meniscali degenerative la RM non costituisce la prima linea di esami da richiedere al paziente.

Una RM potrebbe essere positiva per una lesione degenerativa del tutto innocente nella genesi della sintomatologia, però potrebbe mostrarci altre patologie come una osteonecrosi di un condilo femorale o altro e quindi aiutarci nella diagnosi differenziale.

Moseley (2002) ha pubblicato uno studio randomizzato che non ha mostrato alcuna differenza nei risultati di tre gruppi di pazienti sottoposti a:

- debridement artroscopico;
- lavaggio articolare artroscopico;
- trattamento placebo (nessuna chirurgia, solo le incisioni cutanee).

Pertanto la prima linea di trattamento per le lesioni meniscali degenerative deve essere il *Trattamento conservativo*. Diventa veramente incomprensibile come, alla luce dei recenti dati della letteratura (JJ. Rongen, 2018), l'enorme GAP ancora molto ampio tra i risultati mediocri pubblicati e la pratica quotidiana che registra un gran numero di artroscopie in pazienti anziani con diagnosi di Artrosi di ginocchio.

L'ESSKA con un "Meniscus project consensus", (PH Beaufils, R. Verdonk et al., 2016) ha provato a mettere ordine proponendo un Algoritmo per le lesioni degenerative meniscali, con le seguenti conclusioni:

- APM (meniscectomia parziale artroscopica) non è il trattamento di prima scelta;
- APM solo dopo tre mesi di FKT;
- APM non in artrosi ginocchio.

Conclusioni

È tempo di cambiare nella gestione di una lesione meniscale:

- Sutura meniscale nelle lesioni traumatiche;
- Trattamento conservativo nelle lesioni meniscali degenerative.

Cambiare l'orientamento culturale dipende da:

- 1 Evidenza scientifica;
- 2 Aggiornamento continuo;
- 3 Informazione di Medici di Medicina generale, Radiologi e pazienti.

Bibliografia

- 1 Fairbank TJ. *Knee joint changes after meniscectomy*. JBJS 1948;30B:664.
- 2 McDermott ID, Amis AA. *The consequences of meniscectomy*. JBJS 2006;88B:154956.
- 3 Engebretsen L, Kise NJ, Roos EM, et al. *Exercise therapy versus arthroscopic partial meniscectomy for degenerative meniscal tear in the middle aged patient: randomised controlled trial with two year follow-up*. BMJ 2016;354.
- 4 Smillie IS. *The current pattern of internal derangements of the knee joint relative to the menisci*. Clin Orthop Relat Res 1967;51:117-22.
- 5 Kapandji AI. *Physiology of the joints*. 1970.
- 6 Muller W. *The Knee*. Berlin: Springer 1982.
- 7 Rodeo SA, Fox AJS, Bedi A. *The basic science of human knee menisci*. Sport Health 2012;4:340-51.
- 8 Arnoczky SP, Warren RR. *The microvasculature of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog*. Am J Sports Med 1983;11:131-41.
- 9 De Haven EK, Arnoczky SP. *Meniscal repair: Basic science, indication for repair and open repair*. JBJS 1994;76:140-52.
- 10 Fu FH, Thompson WO. *The meniscus in the cruciate-deficient knee*. Clin Sports Med 1993;12:771-96.
- 11 Hede A, Larsen E, Sandberg H. *The long term outcome of open total e partial meniscectomy related to the quantity and site of the meniscus removed*. Int Orthop 1992;16:122-5.
- 12 Papalia R, Del Buono A, et al. *Meniscectomy as a risk factor for knee osteoarthritis: a systematic review*. Br Med Bull 2011;99:89-106.
- 13 Rath E, Richmond JC. *The menisci: basic science and advances in treatment*. Br J Sports Med 2000;34:252-7.
- 14 Mariani PP, Iannella G, Cerullo G, et al. *Avulsion of both posterior meniscal roots associated with acute rupture of the anterior cruciate ligament*. J Orthop Traumatol 2015;16:259-62.
- 15 Allaire R, Muriuki M, Harner CD. *Biomechanical consequences of a tear of posterior root of the medial meniscus*. JBJS 2008;90:1922-31.
- 16 La Prade RF, Engebretsen L, et al. *Biomechanical conse-*

- quences of a non anatomic meniscal root repair. Am J Sports Med* 2015;43:912-20.
- ¹⁷ Reider B. *To cut or not...? Am J Sports Med* 2015;43:2365-67.
- ¹⁸ Moseley JB, O'Malley K, Petersen NJ, et al. *A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. N Engl J Med* 2002;347:81-8.
- ¹⁹ Rongen Jan J, Van Tienen TG, Buma P, et al. *Meniscus surgery is still widely performed in the treatment of degenerative meniscus tears in The Netherlands. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26:1123-29.
- ²⁰ Beaufils P, Becker R, Kopf S, et al. *Surgical management of degenerative meniscus lesions: The ESSKA Meniscus Consensus 2016. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25:335-46.

A. Cigolotti
G. de Guttry
P. Ruggieri

Clinica Ortopedica e Oncologica,
Università di Padova

Le suture meniscali

Meniscal repair

Riassunto

Negli ultimi decenni si è assistito a una riconsiderazione del ruolo del menisco, e negli ultimi anni l'approccio è diventato quello di "salvare il menisco" (quando possibile). Sono state sviluppate tecniche chirurgiche e nuovi strumenti per rendere possibili le suture nella grande variabilità di lesioni che possono avvenire in un menisco. La conoscenza dell'anatomia, delle lesioni e delle tecniche chirurgiche, un adeguato planning pre-operatorio e un'approfondita conoscenza dei meccanismi di guarigione e di fallimento sono al giorno d'oggi imprescindibili per approcciarsi a questo tipo di chirurgia.

Parole chiave: menisco, riparazione, meniscectomia, all inside

Summary

In the last few decades there has been a reconsideration of the role of the meniscus, and in recent years the approach has turned to "save the meniscus" (when possible). Surgical techniques and new devices have been developed to make meniscal repair possible in the great variability of lesions that can occur in a meniscus. Knowledge of anatomy, type of lesion and surgical techniques, adequate pre-operative planning and in-depth knowledge of the healing and failure mechanisms are essential today for approaching this kind of surgery.

Key words: meniscus, repair, meniscectomy, all inside

Introduzione

Il menisco una volta era considerato un residuo ontogenetico di muscolo, da rimuovere nella sua interezza in qualsiasi caso di anomalità. Il suo ruolo nella distribuzione del carico, stabilità del ginocchio e la prevenzione dell'artrosi da allora è stato ben stabilito. I menischi mediali e laterali sono adesso considerati strutture vitali nel ginocchio sano. Al giorno d'oggi nuove tecniche chirurgiche e metodiche di augmentation biologico hanno ampliato le indicazioni per la riparazione meniscale^{1,2}.

Anatomia e biomeccanica dei menischi

I menischi mediale e laterale sono strutture cartilaginee che contribuiscono alla stabilità del ginocchio e alla distribuzione del carico. Il menisco mediale è una struttura a forma di C che misura circa 45,7 mm di lunghezza e 27,4 mm di larghezza. Il menisco laterale è a forma di U, con dimensioni di 35,7 mm di lunghezza e 29,3 mm di larghezza, con maggiore variabilità nelle dimensioni e nella mobilità. I menischi sono stabilizzati dalle loro radici anteriori e posteriori, dal legamento intermeniscale anteriore, dai legamenti meniscefemorali. L'apporto di sangue al menisco viene fornito attraverso il plesso capillare perimeniscale che origina dalla capsula e dal tessuto sinoviale. Il bordo periferico vascolarizzato del menisco è definito come zona rossa, mentre la zona centrale, meno vascolarizzata, come zona bianca. La configurazione delle fibre collagene del menisco è ideale per il trasferimento di carichi compressivi, infatti i menischi hanno un ruolo importante nell'assorbimento degli urti. La meniscectomia aumenta il picco di stress da contatto locale delle superfici cartilaginee del 235% e consente una maggiore tra-

Indirizzo per la corrispondenza:
Augusto Cigolotti
Clinica Ortopedica e Oncologica,
Università di Padova
augusto.cigolotti@aopd.veneto.it

slazione anteriore del condilo femorale sulla tibia. Questa combinazione di aumento forze di taglio e di compressione è pro-artrogena ¹⁻³.

Indicazioni alla riparazione

Mentre i dati biomeccanici suggeriscono che la riparazione dovrebbe sempre essere eseguita, i test di laboratorio non considerano la possibile persistenza del dolore, la diminuzione dei punteggi funzionali, la scarsa risposta di guarigione e l'aumento del tasso di re-intervento che possono essere conseguenza di una riparazione meniscale fallita.

Inoltre, dovrebbe essere riconosciuto che anche la guarigione non è ben definita. La risoluzione dei sintomi clinici, la guarigione in risonanza magnetica e una guarigione vista con un second look artroscopico non sempre coincidono. È quindi necessario valutare diversi fattori.

Riguardo al timing della riparazione post-trauma si è visto che non ha influenza sulle possibilità di successo o fallimento della riparazione, che dipendono maggiormente dal tipo di lesione, localizzazione, se lesione isolata o combinata ad altre lesioni ligamentose, se traumatica o degenerativa ¹⁻⁵.

Vascularizzazione

Il menisco ha una limitata capacità di guarigione, maggiore nella zona rossa rispetto alla zona bianca. Studi clinici hanno dimostrato un'eccellente guarigione delle lesioni in zona rossa, e la distanza della lesione dalla giunzione meniscocapsulare (Da 0 a 2 mm) è stato identificato come predittore di guarigione. Tuttavia, la riparazione delle lesioni nella zona avascolare può anche avere benefici clinici. Noyes e Barber-Westin hanno riscontrato che il 75% dei pazienti < 20 anni di età e 87% di quelli > 40 anni erano asintomatici rispetto a sintomi meniscali dopo suture in zona avascolare a follow-up postoperatorio rispettivamente di 51 mesi e 34 mesi ^{1 6 7}.

Tipologia e posizione della lesione

Le lesioni longitudinali hanno maggiori probabilità di guarire di quanto non lo siano le altre tipologie. Le lesioni radiali e orizzontale per definizione, coinvolgono la zona avascolare del menisco. La lunghezza della lesione influisce sulla frequenza di guarigione meniscale. Nelle lesioni a manico di secchio il tasso di guarigione è ridotto ¹.

Sutura isolata o associata a ricostruzione legamentosa

Confrontando il tasso di guarigione delle suture meniscali in lesioni isolate con quelle effettuate durante una ricostruzione di LCA appare molto maggiore il tasso di guarigione nel secondo gruppo. Si pensa che questo derivi dal rila-

scio di fattori di crescita e cellule pluripotenti dopo la perforazione del tunnel osseo. Una teoria alternativa è che il menisco in casi di lesione dell'LCA sia normale e la lesione sia il risultato della sublussazione tibiofemorale in questi casi traumatici, mentre i menischi che si lesionano isolati siano intrinsecamente malacici ^{1 8}.

Lesione traumatica VS lesione degenerativa

Le lesioni traumatiche si verificano a seguito di forze sovralfisiologiche applicate al ginocchio, spesso con contemporanea lesione legamentosa. Sono perlopiù lesioni longitudinali e radiali. Al contrario, le lesioni degenerative si verificano in seguito a forze fisiologiche che portano all'usura progressiva del menisco. Le lesioni degenerative sono più comunemente orizzontali o complesse, accompagnate da segni artrosici più o meno elevati dell'articolazione femoro-tibiale (Outerbridge II o maggiore) ⁹.

Tipologia di sutura

La fissazione deve essere solida. Le suture possono essere non assorbibili (ad es. UHMWPE) o con assorbimento lento (ad es. PDS®). Esistono anche sistemi ibridi, che associano le due tipologie. I punti di sutura devono essere ravvicinati, ogni 5-7 mm, e preferibilmente verticali piuttosto che obliqui o orizzontali; la parte più resistente del menisco è composta da fibre di collagene distribuite orizzontalmente, quindi una sutura verticale ha una resistenza migliore di quella orizzontale.

Esistono 3 principali tecniche di sutura meniscale.

“All-inside”: utilizzando appositi dispositivi precaricati, per il corpo e il corno posteriore del menisco.

“Inside-out”: utilizzando aghi precaricati flessibili e cannule a vari gradi di angolazione, utilizzata prevalentemente per il corno posteriore. Attualmente meno utilizzata in Europa perché prevede una contro incisione posteriore che potrebbe causare complicanze neurologiche.

“Outside-in”: utilizzando due aghi da spinale e filo non riassorbibile o a lento riassorbimento.

Le tecniche inside-out e outside-in hanno tassi di complicanze simili. La tecnica all-inside ha dimostrato tempi operatori più brevi, ma la outside-in può avere tassi di guarigione meniscali superiori. I risultati funzionali sono nel complesso comparabili tra le tecniche. Tuttavia, ci sono dati clinici limitati sulle differenze di outcome tra queste procedure e sono necessari studi comparativi con follow-up più lungo.

Trattamento non chirurgico

Il ruolo del trattamento non chirurgico è stato studiato approfonditamente per le lesioni degenerative del menisco. Il trattamento conservativo è un mezzo economi-

camente efficace per ottenere risultati funzionali equivalenti a 1 anno evitando i potenziali rischi di un intervento chirurgico. Quindi non tutte le lesioni meniscali richiedono un intervento chirurgico. Tuttavia, dato il potenziale di sequele a lungo termine, i pazienti giovani con lesioni sintomatiche necessitano di una attenta valutazione chirurgica¹.

Trattamento chirurgico

Un successo nella riparazione meniscale si traduce in un miglioramento funzionale a lungo termine con migliori risultati rispetto alla meniscectomia parziale. Inoltre, è stato dimostrato che la riparazione del menisco è protettiva contro lo sviluppo e la progressione dell'artrosi. Negli ultimi 20 anni sono stati effettuati notevoli progressi tecnologici. Le riparazioni aperte sono state ampiamente sostituite da tecniche artroscopiche, che possono essere generalmente classificate come riparazioni "outside-in", "inside-out" o "all-inside"^{1 10-17}.

Trattamento chirurgico per tipo di lesione

Le lesioni meniscali sono tipicamente classificate in base al loro orientamento, come longitudinale, orizzontale, radiale, obliqua, a manico di secchio e a flap (Fig. 1).

Negli ultimi anni hanno acquisito importanza anche le RAMP lesions (lesioni specifiche del menisco interno caratterizzate dalla disinserzione longitudinale periferica del corno posteriore dalla capsula articolare e dalla

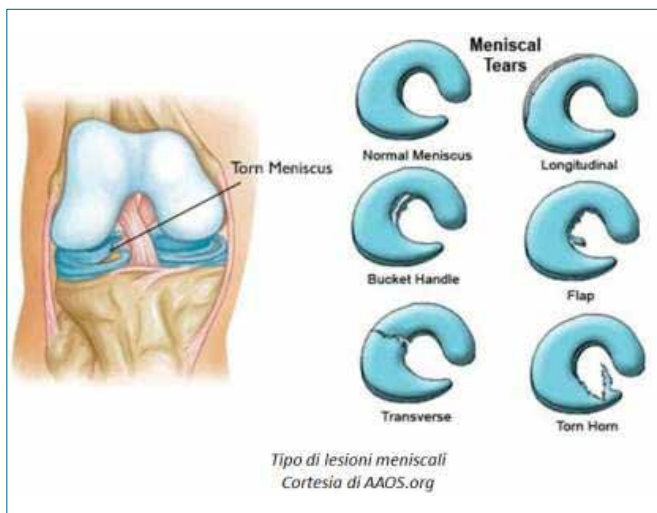


Figura 1. Tipo di lesioni meniscali (cortesia di AAOS.org)

membrana sinoviale per una lunghezza inferiore a 2,5 cm) e le Root lesions (lesioni radiali delle radici meniscali con parziale/completa avulsione delle stesse entro 9-10 mm dal centro del proprio footprint tibiale. I 9-10 mm di distanza indicano la soglia per discriminare una lesione meniscale propria della radice da una del corno anteriore o posteriore).

Lesioni longitudinali: la situazione più frequente, e anche l'indicazione principale alla sutura meniscale, è quando questa lesione decorre parallela al bordo periferico del menisco in zona rosso-rosso o rosso-bianco, risparmiando una parte della periferia del tessuto meniscale che risulta quindi disponibile per la sutura.

Le più grandi possono evolvere in lesioni a manico di secchio. Quando si esegue una meniscectomia parziale e totale per una lesione verticale viene causata una pressione di contatto sulla cartilagine quasi tripla. Queste lesioni dimostrano un'ottima capacità di guarigione.

In uno studio, lesioni di < 10 mm identificate al momento della ricostruzione del LCA non sutureate avevano un tasso di re-intervento del 3,2% a una media di 6 anni dopo l'intervento, mentre lesioni di > 10 mm avevano un tasso di reintervento dell'11,5%.

Le tecniche principali sono due: all-inside per lesioni del corpo e del corno posteriore, e outside-in per lesioni più anteriori. Gli impianti "ibridi", introdotti alla fine degli anni '90, hanno completamente sostituito le vecchie ancore e graffette. Il primo dispositivo ibrido a venire sul mercato è stato il FastTfx (Smith & Nephew). Diversi dispositivi sono adesso disponibili.

La sutura outside-in anteriore è solitamente associata alla sutura all-inside posteriore, ma può essere eseguita da sola in alcuni rari casi di lesioni isolate del segmento anteriore del menisco laterale.

Per quanto la tecnica all-inside sia considerata il gold standard, secondo la nostra opinione la tecnica di riparazione ottimale dovrebbe essere determinata dalla preferenza del chirurgo.

Lesioni orizzontali: la riparazione delle lesioni meniscali orizzontali ricostituisce le pressioni a livello dell'area di contatto a livelli quasi normali. Inizialmente si pensava che le lesioni orizzontali avessero un minimo di capacità di guarigione, era raccomandato il trattamento conservativo o la meniscectomia. Tuttavia, con la crescente presa di coscienza degli esiti a lungo termine della meniscectomia, sono stati eseguiti tentativi di riparazione. Nei pazienti giovani la sutura può fornire risultati eccellenti con tassi di guarigione simili a quelli rilevati per altri tipi di lesione. All'aumentare dell'età è stato dimostrato un deterioramento dei risultati.

Lesioni radiali: lacerazioni radiali del menisco fino al 60% della zona centrale non ha effetto sulla pressione di contatto sia nel menisco mediale che nel laterale, rendendoli potenziali candidati per meniscectomia parziale. Tuttavia, se le lesioni coinvolgono il 90% del menisco è dimostrato un aumento significativo delle pressioni. La riparazione riduce le pressioni a livelli quasi normali.

Ramp lesions: sono comuni nelle rotture di LCA e sono spesso misconosciute attraverso i portali anteriori standard. Per l'esplorazione del complesso meniscocapsulare è raccomandato un ulteriore portale posteromediale e un eventuale debridement se la risonanza magnetica suggerisce una lesione di quest'area o se è presente instabilità del menisco. Raccomandazioni generalizzate per il trattamento della ramp lesions non possono essere fatte in base alla letteratura disponibile. La riparazione di queste lesioni porta a un miglioramento significativo degli scores clinici, indipendentemente dalla tecnica utilizzata (nella nostra esperienza, in accordo con la letteratura, preferiamo la tecnica all-inside)^{19 20}.

Root lesions: le radici meniscali sono ben vascolarizzate per cui in queste lesioni sono da preferire le tecniche riparative alla meniscectomia, da riservare alle lesioni non riparabili. La riparazione avviene mediante sutura *side-to-side* con tecniche *all-inside*, *inside-out* o *outside-in* in caso di lesione parziale. Altrimenti si utilizza la sutura mediante tecnica del *pull-out*, che prevede la realizzazione di tunnel *trans-ossei* nella tibia prossimale e viene impiegata quando la radice meniscale è avulsa completamente dalla tibia in assenza di lesioni multi-legamentose o pregresse ricostruzioni legamentose con tunnel. Nel caso siano presenti queste ultime condizioni allora è possibile utilizzare una sutura con ancorette¹⁵.

Augmentation: la guarigione del menisco dopo la riparazione è influenzata dal sua intrinseca scarsa vascolarizzazione e acellularità. Mentre la meniscectomia porta a meno reinterventi, una riparazione di successo porta a migliori risultati clinici e radiografici a lungo termine. Le strategie di augmentation biologico tentano di promuovere la chemiotassi e la proliferazione cellulare. Sono tutt'ora in corso ampie ricerche. Le attuali applicazioni cliniche comprendono la stimolazione meccanica (abrasione della sinovia adiacente), PRP, utilizzo di cellule staminali. Un recente studio con PRP ha evidenziato un sostanziale effetto protettivo in termini di rischio fallimento oltre i 3 anni nella riparazione meniscale isolata. Nel contesto della concomitante procedura di ricostruzione del LCA, il PRP non riduce il rischio di fallimento^{1 8 21}.

Gradi di raccomandazione

- Le lesioni degenerative del menisco identificate in pazienti con osteoartrosi devono essere trattate conservativamente (A).
- La riparazione meniscale nelle lesioni traumatiche fornisce migliori risultati a lungo termine, migliori risultati clinici e meno degenerazione artrosica identificata radiograficamente rispetto alla meniscectomia selettiva (B).
- Le strategie di augmentation biologico migliorano il tasso di guarigione del menisco (C).

Riabilitazione

I protocolli di riabilitazione sono vari, senza alcun consenso in merito al carico e al range of motion. Test biomeccanici hanno dimostrato che i diversi pattern di lesione meniscale reagiscono diversamente sotto carichi fisiologici. In letteratura si evidenziano diversi protocolli riabilitativi, noi concordiamo con la ripresa immediata di carico protetto da stampelle e mobilizzazione passiva nella riparazione delle lesioni longitudinali; scarico per 4-6 settimane nella riparazione delle lesioni radiali; carico completo protetto ma immobilizzazione per quattro settimane nelle lesioni orizzontali. Nei protocolli di riabilitazione forzata (che consentono il carico precoce e gamma di movimento illimitata) sono stati dimostrati risultati equivalenti a quelli dei protocolli con limitazione per le lesioni longitudinali. Il ritorno all'attività sportiva completa non dovrebbe comunque essere permesso fino a 4-6 mesi post-op.

Dovrebbe pertanto essere discusso a livello riabilitativo un protocollo standardizzato progettato per proteggere tutte le tipologie di riparazione meniscali¹⁵.

Fallimenti

Il tasso riportato di fallimento nella riparazione meniscale varia da 0 a 43,5%, con una media del 15%. Il fallimento viene definito come una meniscectomia successiva alla riparazione meniscale. In letteratura è stato individuato come fattore di rischio di fallimento un BMI > 25 e la lesione a manico di secchio. Mentre il volume di menisco resecato in revisione è raramente aumentato rispetto alla lesione iniziale, gli effetti dei multipli interventi chirurgici, l'immobilizzazione prolungata, l'atrofia muscolare e i costi per l'individuo, il datore di lavoro e il sistema sanitario sono considerazioni importanti. Pertanto è necessario individuare con precisione le lesioni riparabili e le irrimediabili, indirizzandole alla meniscectomia con risparmio di quanto più menisco possibile^{1 4 11 15}.

Conclusioni

La riparazione del menisco migliora i risultati clinici a lungo termine, radiograficamente i cambiamenti degenerativi sono meno gravi rispetto alla meniscectomia parziale. I progressi nelle tecniche chirurgiche hanno ampliato le possibilità di riparazione meniscale, mentre l'augmentazione biologica o meccanica sembra migliorare i tassi di guarigione. I dati clinici rimangono però scarsi e sono necessari ulteriori studi.

Bibliografia

- 1 Woodmass JM, LaPrade RF, Sgaglione NA, et al. *Meniscal repair: reconsidering indications, techniques, and biologic augmentation*. J Bone Joint Surg Am 2017;99:1222-31.
- 2 McDermott ID, Amis AA. *The consequences of meniscectomy*. J Bone Joint Surg Br 2006;88:1549-56.
- 3 Hutchinson ID, Moran CJ, Potter HG, et al. *Restoration of the meniscus: form and function*. Am J Sports Med 2014;42:987-98.
- 4 Paxton ES, Stock MV, Brophy RH. *Meniscal repair versus partial meniscectomy: a systematic review comparing reoperation rates and clinical outcomes*. Arthroscopy 2011;27:1275-88.
- 5 van der Wal RJ, Thomassen BJ, Swen JW et al. *Time interval between trauma and arthroscopic meniscal repair has no influence on clinical survival*. J Knee Surg 2016;29:436-42.
- 6 Noyes FR, Barber-Westin SD. *Arthroscopic repair of meniscus tears extending into the avascular zone with or without anterior cruciate ligament reconstruction in patients 40 years of age and older*. Arthroscopy 2000;16:822-9.
- 7 Noyes FR, Barber-Westin SD. *Arthroscopic repair of meniscal tears extending into the avascular zone in patients younger than twenty years of age*. Am J Sports Med 2002;30:589-600.
- 8 Everhart JS, Cavendish PA, Eikenberry A, et al. *Platelet-rich plasma reduces failure risk for isolated meniscal repairs but provides no benefit for meniscal repairs with anterior cruciate ligament reconstruction*. Am J Sports Med 2019;47:1789-96.
- 9 Marsh JD, Birmingham TB, Giffin JR, et al. *Cost-effectiveness analysis of arthroscopic surgery compared with non-operative management for osteoarthritis of the knee*. BMJ Open 2016;6:e009949.
- 10 Lutz C, Dalmay F, Ehkirch FP, et al.; *French Arthroscopy Society*. *Meniscectomy versus meniscal repair: 10 years radiological and clinical results in vertical lesions in stable knee*. Orthop Traumatol Surg Res 2015;101(8 Suppl):S327-31.
- 11 Xu C, Zhao J. *A meta-analysis comparing meniscal repair with meniscectomy in the treatment of meniscal tears: the more meniscus, the better outcome?* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2015;23:164-70.
- 12 Grant JA, Wilde J, Miller BS et al. *Comparison of inside-out and all-inside techniques for the repair of isolated meniscal tears: a systematic review*. Am J Sports Med 2012;40:459-68.
- 13 Jiang EX, Everhart JS, Abouljoud M, et al. *Biomechanical properties of posterior meniscal root repairs: a systematic review*. Arthroscopy 2019;S0749-8063(19):30055-6.
- 14 Loic Laurendon, Neri T, Farizon F, et al. *Prognostic factors for all-inside meniscal repair. An 87-case series*. Orthop Traumatol Surg Res 2017;103:1017-20.
- 15 Beaufils P, Pujol N. *Meniscal repair: technique*. Orthop Traumatol Surg Res 2018;104:S137-45.
- 16 Elmallah R, Jones LC, Malloch L, et al. *A meta-analysis of arthroscopic meniscal repair: inside-out versus outside-in versus all-inside techniques*. J Knee Surg 2019;32:750-7.
- 17 Moulton SG, Bhatia S, Civitarese DM, et al. *Surgical techniques and outcomes of repairing meniscal radial tears: a systematic review*. Arthroscopy 2016;32:1919-25.
- 18 Duchman KR, Westermann RW, Spindler KP, et al. *The fate of meniscus tears left in situ at the time of anterior cruciate ligament reconstruction: a 6-year follow-up study from the MOON cohort*. Am J Sports Med 2015;43:2688-95.
- 19 Chen Z, Li WP, Yang R, et al. *Meniscal ramp lesion repair using the fast-fix technique: evaluating healing and patient outcomes with second-look arthroscopy*. J Knee Surg 2018;31:710-15.
- 20 Bumberger et al. *Ramp lesions are frequently missed in ACL-deficient knees and should be repaired in case of instability*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2019 May 10. doi: 10.1007/s00167-019-05521-3.
- 21 Moran CJ, Busilacchi A, Lee CA, et al. *Biological augmentation and tissue engineering approaches in meniscus surgery*. Arthroscopy 2015;31:944-55.

G. Peretti^{1,2}
M. Agnoletto²
M. Domenicucci³
L. Mangiavini^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze Biomediche per la Salute, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy; ² IRCCS Istituto Ortopedico Galeazzi, Milan, Italy; ³ Scuola di Specializzazione in Ortopedia e Traumatologia, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy

Can regenerative medicine help us?

La medicina rigenerativa ci può aiutare?

Riassunto

Il trattamento delle lesioni meniscali rappresenta una complessa e interessante sfida a causa dello scarso potenziale intrinseco di riparazione del tessuto fibrocartilagineo. Per migliorare il processo di guarigione meniscale, sono state sviluppate nuove soluzioni promettenti come tecniche di ingegneria tissutale, tecnologie basate sull'utilizzo di cellule e/o fattori di crescita, stampa 3D. Questo articolo fornisce un quadro generale sui più recenti approcci di augmentation biologica per implementare la rigenerazione meniscale e sulla loro potenziale applicazione in ambito clinico nel prossimo futuro.

Parole chiave: rigenerazione meniscale, ingegneria tissutale, cellule staminali mesenchimali, fattori di crescita

Summary

The treatment of meniscal injuries is challenging because of the limited intrinsic healing potential of this tissue. New promising solutions for meniscus repair like tissue engineering, cell-based technologies, growth factors, 3D bioprinting have been developed. This work will focus on the latest biological augmentation approaches developed for the enhancement of meniscal regeneration, and on their possible future application in the clinical setting.

Key words: biological augmentation, meniscus regeneration, tissue engineering, mesenchymal stem cells, growth factors

The meniscus plays an important role in the biomechanics of the knee, providing joint stability, shock absorption, and load transmission. Regenerative medicine and biological augmentation strategies attempt to overcome the intrinsic limitations in meniscus healing related to poor vascularity and heterogeneous cellularity by promoting chemotaxis, cell proliferation and matrix deposition at the repair site.

Among the biological augmentation techniques for meniscus repair used in clinical practice, the autologous fibrin clot delivery has been evaluated and results showed good meniscal healing and excellent clinical outcomes. However, it may be difficult to maintain the clot in site without knee immobilization¹⁻³.

Intra-articular injection of mesenchymal stem cells (MSCs) has been investigated in humans. MSCs promoted meniscus regeneration after partial meniscectomy, increasing meniscus volume, and decreased pain in treated patients significantly⁴.

Tissue engineering has been developed over the last years. It is based on the application of the principles of biology and engineering in order to develop substitutes for damaged tissues or organs. Many efforts have been made to find the optimal combination of cells, scaffolds, and growth factors to make the meniscus repair more efficient. Different cell sources have been used: meniscal cells⁵, chondrocytes and MSCs^{6,7}. However, there is still no gold standard about the best cell type for meniscal regeneration. Autologous fibrochondrocytes/chondrocytes can be used, but a 2-step procedure is required, since there is low availability of these cells. Hence, culture expansion is needed and it can lead to downregulation of genes involved in matrix production⁸. MSCs, in contrast, have been successfully isolated from adipose tissue, muscle, and bone marrow and subsequently used in meniscal tissue engineering. Synovial cell is another interesting cell type that could be used for meniscal repair augmentation. Indeed, fibroblasts from the synovium

Indirizzo per la corrispondenza:

Giuseppe Peretti

Dipartimento di Scienze Biomediche per la Salute, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy

Istituto Ortopedico Galeazzi, Milano, Italy
via R. Galeazzi, 4

20161 Milano

giuseppe.peretti@iol.it

and joint capsule are believed to undergo fibrocartilaginous metaplasia at the repair site, improving meniscus repair⁹.

Scaffolds available for meniscus tissue engineering include synthetic polymers (e.g. polyurethane (PU), polycaprolactone (PCL), polylactic acid (PLA), polyglycolic acid (PGA), polylactic co-glycolic acid (PLGA)), hydrogels, natural matrix (e.g. collagen, hyaluronan) or tissue-derived materials (e.g. decellularized ECM)¹⁰. Synthetic polymers are usually easy to be handled and have good mechanical properties; on the other hand, natural materials are characterized by high bioactivity, favoring tissue healing. In addition, biomechanical stimuli seem to affect both biological and biomechanical properties of the engineered meniscus. Cell proliferation and differentiation, metabolism, relevant gene expression, and pro/anti-inflammatory responses may be positively enhanced by mechanical stimulation¹¹. However, no consensus has been established to identify the optimal scaffold.

Anatomy-based meniscal tissue engineering approach has been recently investigated in order to obtain meniscus-like tissue that mimics the anatomy and biochemistry of the native meniscus. For example, the use of type I collagen and hyaluronic acid sponge reinforced with polymer fiber, unlike many biomaterials characterized by a porous structure, promoted the formation of a functional meniscus tissue and prevented joint degeneration¹². Similarly, specific regions of decellularized meniscal Extracellular Matrix (dmECM) enhanced fibrocartilaginous differentiation of MSCs in the inner zone of the meniscus and a more fibroblastic differentiation in the outer zone¹³.

Scaffold-based 3D bioprinting allows the fabrication of custom-made objects through the addition of subsequent, overlapping layers. Due to its intrinsic nature, bioprinting permits a precise control of composition and architecture of the constructs, cell spatial distribution, thus supporting good cell viability. Imaging techniques like Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Computerized Tomography (CT) could provide the exact 3D reconstructed images for printing patient-specific 3D scaffolds suitable for meniscal repair process. Stem cells, which are valuable mediators for tissue regeneration, are also promising candidates for this technique. For example, a MSC-seeded novel 3-dimensional (3D)-printed PCL scaffold increased fibrocartilaginous tissue regeneration and mechanical strength of the construct¹⁴.

More and more studies indicate that growth factors play a key role in the development, homeostasis, and regeneration of the meniscus. Growth factors influence cellular processes and metabolic activity through the activation of different signal transduction cascades. This may lead to the recruitment and the proliferation of fibrochondrogenic

cells and the stimulation of ECM production, thus potentially promoting meniscus repair. Ideal mode of delivery, localization of effect and timing of growth factor administration/release have still to be assessed.

Transforming growth factor- β (TGF- β) is very effective for stimulating collagen production and glycosaminoglycan (GAG) synthesis by meniscal cells. In particular, TGF- β 1 was shown to be a potent stimulator of both collagen and GAG synthesis; moreover, TGF- β 1 increased alpha-smooth muscle actin (β -SMA) production in meniscal cells, which is important for the collagen-GAG matrix contraction. TGF- β 3 has the strongest chondrogenic effects among all the other isoforms. The spatiotemporally controlled delivery of human connective tissue growth factor (CTGF) and TGF- β 3 from a three-dimensional (3D)-printed biomaterial could lead to heterogeneous meniscus regeneration by inducing endogenous stem/progenitor cells to differentiate and synthesize zone-specific types I and II collagen¹⁵. When TGF- β 1 is used, it must be considered that unfavorable side effects have been observed: TGF- β 1 may lead to the formation of osteophytes, synovial fibroplasias and fibrosis, and to the recruitment of inflammatory leukocytes.

Bone Morphogenetic Proteins (BMPs) also have potential in meniscus regeneration. BMP-2 and BMP-7 have shown positive effects on chondrocyte differentiation, ECM production, and fibrocartilaginous tissue regeneration¹⁶. The combination of BMP-7 with other growth factors like insulin-like growth factor-1 (IGF-1) and TGF- β 1 may lead to better meniscus repair through a synergistic effect.

Several studies have demonstrated that Fibroblast Growth Factor 2 (FGF2) increases meniscal cell proliferation both in monolayer cultures and in tissue-engineered constructs¹⁷. However, there is evidence supporting the potential deleterious effect of FGF2 as a catabolic mediator in human cartilage through increased matrix-degrading enzyme activity and decreased ECM production. FGF-18, conversely, has shown an anabolic property on articular chondrocytes and could be a promising regulator in meniscus repair.

Several small bioactive molecules, such as kartogenin, aptamer and E7 peptide, have also attracted great interest and shown promising results in meniscus regeneration.

Platelet Rich Plasma (PRP) may play an interesting role in meniscal repair. PRP is a source of many different growth factors. PRP was demonstrated to improve matrix deposition, meniscal cells proliferation in a monolayer culture. Moreover, PRP stimulated the healing process of meniscal defects in a rabbit model. Nevertheless, Zellner et al. reported that platelet-rich plasma-loaded hyaluronan-collagen matrices produced no improvement in healing of a meniscus defect in the avascular zone of rabbit menisci¹⁸.

Gene therapy has been recently used as a new treatment option in meniscus tissue engineering. Specific genes, most frequently encoding for growth factors, can be transferred into the host tissue. The main advantage of this new strategy is to obtain high concentration and persistent expression of several growth factors involved in meniscus regeneration at the repair site¹⁹. Such a therapy allows a prolonged and controlled release of growth factors and permits to overcome their short biological half-life and fast clearance. Gene transfer can be achieved by direct injection or using different vectors: nonviral vectors, adenoviral vectors, retroviral/lentiviral vectors, herpes simplex virus (HSV) vectors, and recombinant adeno-associated virus (rAAV) vectors. Some studies have shown improved meniscus repair after TGF- β 1, HGF, and bFGF gene transfer therapy. Indeed, transduced meniscal fibrochondrocytes and MSCs enhanced cell proliferation, matrix synthesis with increased collagen and proteoglycan production. However, gene therapy has still to be optimized identifying the best candidate genes and the ideal combinations of genes for meniscus regeneration.

Co-cultures have also been used for meniscus tissue engineering. Matrix content and mechanical properties like those of native meniscal tissue may result from co-cultures of second-passage meniscus cells and primary articular chondrocytes at different ratios²⁰. Furthermore, co-culture systems of human meniscal cells with MSCs lead to enhanced ECM production without hypertrophy.

In conclusion, it seems that biological augmentation and tissue engineering strategies have significant potential in meniscus surgery to enhance the fibrocartilaginous repair process. However, great effort is still needed to translate the large amounts of in vitro and preclinical biological and tissue engineering data into clinical application.

References

- 1 Jang SH, Ha JK, Lee DW, et al. *Fibrin clot delivery system for meniscal repair*. Knee Surg Relat Res 2011;23:180-3.
- 2 Ra HJ, Ha JK, Jang SH, et al. *Arthroscopic inside-out repair of complete radial tears of the meniscus with a fibrin clot*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2013;21: 2126-30.
- 3 Chahla J, Kennedy NI, Geeslin AG, et al. *Meniscal Repair With Fibrin Clot Augmentation*. Arthrosc Tech 2017 6;6: e2065-9.
- 4 Vangness CT Jr, Farr J 2nd, Boyd J, et al. *Adult human mesenchymal stem cells delivered via intra-articular injection to the knee following partial medial meniscectomy: a randomized, double-blind, controlled study*. J Bone Joint Surg Am 2014;96:90-8.
- 5 Kang SW, Son SM, Lee JS, et al. *Regeneration of whole meniscus using meniscal cells and polymer scaffolds in a rabbit total meniscectomy model*. J Biomed Mater Res A 2006;77:659-71.
- 6 Yamasaki T, Deie M, Shinomiya R, et al. *Transplantation of meniscus regenerated by tissue engineering with a scaffold derived from a rat meniscus and mesenchymal stromal cells derived from rat bone marrow*. Artif Organs 2008;32:519-24.
- 7 Caplan AI, Correa D. *The MSC: an injury drugstore*. Cell Stem Cell 2011;9:11-5.
- 8 Gunja NJ, Athanasiou KA. *Passage and reversal effects on gene expression of bovine meniscal fibrochondrocytes*. Arthritis Res Ther 2007;9:R93.
- 9 Arnoczky SP. *Building a meniscus. Biologic considerations*. Clin Orthop Relat Res 1999;(367 suppl):S244-53.
- 10 Makris EA, Hadidi P, Athanasiou KA. *The knee meniscus: structure-function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration*. Biomaterials 2011;32:7411-31.
- 11 Chen M, Guo W, Gao S, et al. *Biomechanical Stimulus Based Strategies for Meniscus Tissue Engineering and Regeneration*. Tissue Eng Part B Rev 2018;24:392-402.
- 12 Patel JM, Merriam AR, Culp BM, et al. *One-year outcomes of total meniscus reconstruction using a novel fiber-reinforced scaffold in an ovine model*. Am J Sports Med 2016;44:898e907.
- 13 Shimomura K, Rothrauff BB, Tuan RS. *Region-specific effect of the decellularized meniscus extracellular matrix on mesenchymal stem cell-based meniscus tissue engineering*. Am J Sports Med 2017;45:604-11.
- 14 Zhang ZZ, Wang SJ, Zhang JY, et al. *3D-Printed poly(epsilon-caprolactone) scaffold augmented with mesenchymal stem cells for total meniscal substitution: a 12- and 24-week animal study in a rabbit model*. Am J Sports Med 2017;45:1497e1511.
- 15 Lee CH, Rodeo SA, Fortier LA, et al. *Protein-releasing polymeric scaffolds induce fibrochondrocytic differentiation of endogenous cells for knee meniscus regeneration in sheep*. Sci Transl Med 2014 10;6(266):266ra171.
- 16 Forriol F, Ripalda P, Duarte J, et al. *Meniscal repair possibilities using bone morphogenetic protein-7*. Injury 2014;45 Suppl 4:S15-21.
- 17 Tumia NS, Johnstone AJ. *Promoting the proliferative and synthetic activity of knee meniscal fibrochondrocytes using basic fibroblast growth factor in vitro*. Am J Sports Med 2004;32:915-20.
- 18 Zellner J, Mueller M, Berner A, et al. *Role of mesenchymal stem cells in tissue engineering of meniscus*. J Biomed Mater Res A 2010 15;94(4):1150-61.
- 19 Cucchiari M, McNulty AL, Mauck RL, et al. *Advances in combining gene therapy with cell and tissue engineering-based approaches to enhance healing of the meniscus*. Osteoarthritis Cartilage 2016;24:1330-9.
- 20 Gunja NJ, Athanasiou KA. *Effects of co-cultures of meniscus cells and articular chondrocytes on PLLA scaffolds*. Biotechnol Bioeng 2009;103:808-16.

G. Barneschi

Clinica Ortopedica, SOD Chirurgia della
colonna AOU-Careggi, Firenze

Linee guida SICV&GIS del trattamento dell'ernia del disco con radicolopatia

Introduzione

Nel 2016 il consiglio direttivo della Società Italiana di Chirurgia Vertebrale SICV-GIS in gruppo, con la presidenza del Prof. Denaro, ha redatto una linea guida sulla radicolopatia da ernia discale lombare. Gli obiettivi sono stati principalmente di raccogliere e rendere disponibili le conoscenze scientifiche più aggiornate su diagnosi e trattamento dell'ernia del disco lombare, applicando i principi dell'*Evidence Based Medicine* (EBM) e di formulare raccomandazioni di forza graduata, applicabili nella pratica clinica. Si rimanda al lavoro originale per una trattazione più dettagliata dell'argomento. Si riassumono in questo articolo gli elementi essenziali e alcune note aggiuntive di aggiornamento.

Definizione

L'ernia del disco lombare con radicolopatia viene definita come una **fuoriuscita di materiale discale dai normali margini dello spazio del disco intervertebrale che determina la comparsa di dolore, disturbi sensitivi e motori con una distribuzione radicolare**. La genesi della radicolopatia è multifattoriale e può essere spiegata da una combinazione di fattori meccanici e infiammatori. I fattori meccanici sono dati dalla compressione esercitata dal materiale erniato sulla radice e sul ganglio spinale; i fattori infiammatori sono di natura cellulosa-mediale, legata verosimilmente alle proprietà antigeniche del nucleo polposo, e bio-umorale, con elevata concentrazione di mediatori infiammatori in prossimità dell'ernia.

Esame clinico

La diagnosi presuntiva di radicolopatia da ernia discale viene posta sulla base di un'attenta raccolta dei dati anamnestici e sull'esame clinico e viene poi confermata dalla diagnostica per immagini (RM e/o TC). L'esame clinico consiste inizialmente in una distinzione fra: 1) dolore lombare isolato, 2) dolore irradiato all'arto inferiore associato o meno a lombalgia (Fig. 1) e 3) dolore lombare e/o irradiato agli arti, dipendente da una possibile patologia vertebrale maggiore.

1. Dolore lombare isolato (lombalgia pura). La lombalgia semplice è caratterizzata da un dolore localizzato in sede lombosacrale, dal bordo inferiore dell'arca costale fino alla regione glutea, potendosi estendere anche fino alla regione posteriore delle cosce, ma senza distribuzione radicolare. Per la lombalgia senza radicolopatia si rimanda alla linea guida specifica.
2. Dolore irradiato lungo il decorso del nervo sciatico e/o crurale (radicolopatia associata più o meno a lombalgia). Consiste in un dolore neuropatico che, a differenza del dolore lombalgico prima descritto, è ben localizzato e si distribuisce metamericamente su uno o più dermatomeri, irradiandosi, per le radici più basse, al di sotto del ginocchio fino al piede (Fig. 1). Per **lombosciatalgia** si intende un dolore irradiato posteriormente lungo il decorso del nervo sciatico (radici L5 e S1) e per **lombocruralgia** un dolore irradiato anteriormente lungo il decorso del nervo femorale o crurale (radici L4 e prossimali). Possono essere presenti specifici segni di irritazione radicolare (dolore e parestesie) o di compressione radicolare (alterazione della sensibilità, della forza muscolare o dei riflessi) distribuiti

Indirizzo per la corrispondenza:

Guido Barneschi

Clinica Ortopedica, SOD Chirurgia della
colonna AOU-Careggi
Firenze

g.barneschi@libero.it

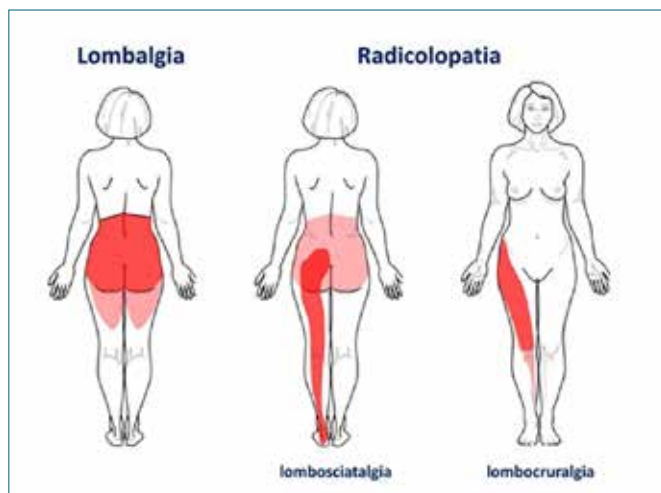


Figura 1.

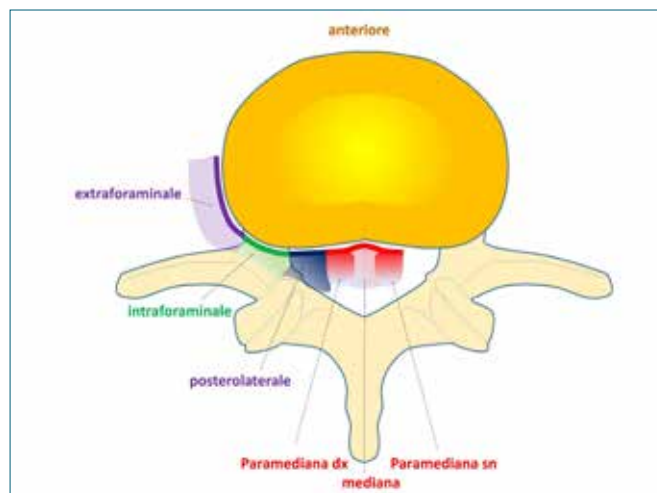


Figura 2.

sullo stesso dermatomero o miomero. L'ernia discale è la causa più frequente di radicolopatia. Un'ernia discale può determinare la sofferenza di una o più radici. L'interessamento dipende dal disco interessato (più frequentemente L5-S1 e L4-L5, più raramente L3-L4 e molto raramente gli altri livelli) e dalle caratteristiche dell'ernia: localizzazione topografica dell'ernia (mediana, paramediana, posterolaterale, foraminale, extraforaminale) (Fig. 2), dalle sue dimensioni e dall'eventuale migrazione. Generalmente un'ernia posterolaterale (localizzazione più frequente) determina una sofferenza monoradicolare (S1 per il disco L5-S1, L5 per il disco L4-L5, L4 per il disco L3-L4). Ernie centrali e foraminali possono determinare un interessamento di una o di più radici. Le più rare ernie extraforaminali determinano generalmente una sofferenza monoradicolare della radice più proximale (L5 per il disco L5-S1, L4 per il disco L4-L5, L3 per il disco L3-L4). Il quadro tipico di una ernia discale sintomatica è quello di una sofferenza monoradicolare (o al massimo biradicolare). Quadri pluriradicolari sono atipici e richiedono una diagnosi differenziale più articolata. Alla radicolopatia da ernia discale si riferiscono le successive indicazioni sull'esame clinico, sulla diagnostica strumentale e sulla terapia.

3. Dolore lombare e/o irradiato agli arti inferiori dipendente da una possibile patologia vertebrale maggiore (tumori vertebrali, infezioni, fratture traumatiche o patologiche, deformità maggiori, patologie infiammatorie come le spondiloartriti sieronegative e patologie con coinvolgimenti neurologici estesi come la sindrome della cauda equina o i disturbi midollari). Tali patologie sono rare ma potenzialmente gravi per cui occorre un elevato livello di attenzione se, oltre alla radicolopatia, sono

presenti uno o più indicatori, i cosiddetti *semafori rossi* o *red flags* (deficit neurologico esteso e/o progressivo; anamnesi positiva per tumore, calo ponderale non spiegabile, astenia protratta, febbre, dolore vertebrale ingravescente, a riposo e notturno; traumi recenti, assunzione protratta di cortisonici, osteoporosi) devono effettuare rapidamente accertamenti diagnostici. Un'età inferiore ai 20 anni o superiore ai 55 anni, in associazione con un altro semaforo rosso, rappresenta un fattore che rafforza il criterio di urgenza. Un quadro clinico della sindrome della cauda equina (anestesia a sella in regione perineale, ritenzione o incontinenza urinaria e/o fecale, ipostenia bilaterale degli arti inferiori) rappresenta un semaforo rosso di particolare importanza, in quanto la tempestività della diagnosi e del trattamento assume un valore ancora più preminente. Ogni quadro di radicolopatia con ritenzione urinaria o con deficit delle radici sacrali va considerato come un'emergenza, salvo dimostrazione contraria, e richiede un approfondimento diagnostico tempestivo, con l'esecuzione di una Risonanza Magnetica e una eventuale valutazione chirurgica (vedi algoritmo Figura 3).

Esami strumentali

Ci sono relativamente pochi lavori di alta qualità sulla diagnostica per immagini dell'ernia del disco. La Risonanza Magnetica (RM) è raccomandata come esame diagnostico principale non invasivo. La TC è la metodica più raccomandata nei pazienti in cui la RM è controindicata o non è conclusiva. Altri esami strumentali (indagini radiologiche standard e dinamiche, esami elettrofisiologici, ecc.) trovano indicazione in casi selezionati.

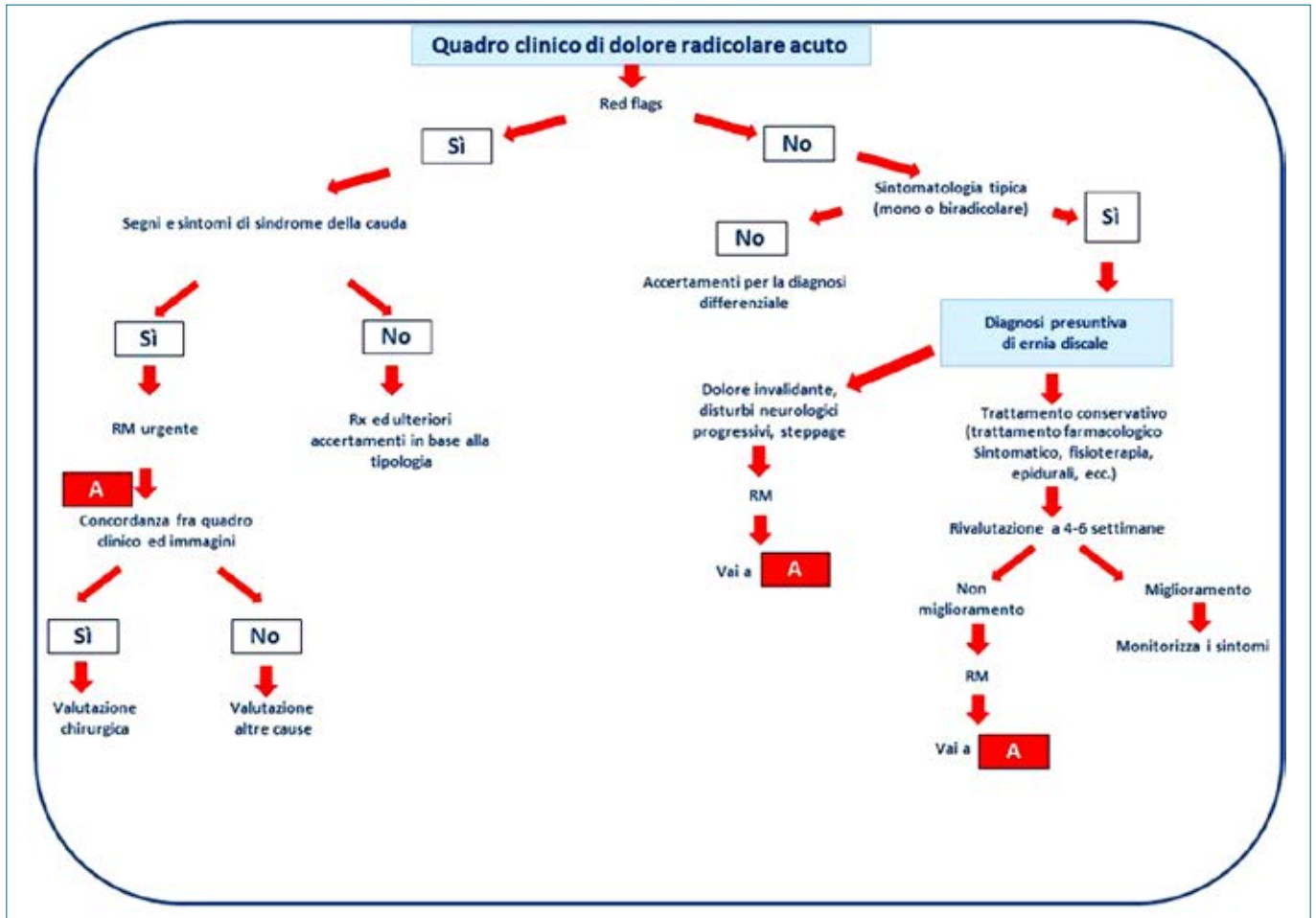


Figura 3.

Risonanza Magnetica

La RM rappresenta il gold standard nella diagnostica per immagini della radicolopatia da ernia discale. Ha il vantaggio di non erogare radiazioni ionizzanti, di offrire una valutazione anatomica realmente multiplanare e di visualizzare meglio i tessuti molli e le alterazioni del tessuto osseo spongioso, nonché eventuali lesioni intradurali (neurinomi, ecc.) che possono simulare il quadro clinico dell’ernia discale. Nei pazienti con quadro clinico tipico di ernia discale, la diagnostica per immagini con RM è raccomandata dopo 4-6 settimane di trattamento conservativo (in assenza di deficit motori), nei casi in cui i disturbi siano ancora tali da far considerare la necessità di un trattamento chirurgico. La RM ha un’indicazione più urgente nelle radicolopatie atipiche (pruriradicolari, ingravescenti, paralizzanti, iperalgiche). È un esame da effettuare in emergenza nella sindrome della cauda equina o nei disturbi neurologici midollari. La presenza di ernia discale nelle immagini RM non

ha alcun significato patologico se non è correlata con i sintomi clinici.

TC

La TC rappresenta il gold standard nella diagnostica per immagini della radicolopatia da ernia discale nei casi in cui la RM è controindicata (pace-maker, impianti metallici, ecc.) o non è effettuabile. La TC dimostra una migliore rappresentazione delle strutture osteo-cartilaginee e delle dimensioni del canale rachideo. Tuttavia questo esame eroga una dose radiante relativamente alta. L’uso del mezzo di contrasto intrarachideo è indicato nei casi di sospetto di patologia intradurale in soggetti con assoluta controindicazione alla RM.

Esame radiografico

L’esame radiografico del rachide lombosacrale non permette di porre diagnosi di ernia discale ed espone a ra-

diazioni ionizzanti. L'esame radiografico standard non ha indicazioni in presenza di un quadro clinico tipo di radicolopatia da ernia discale ma rappresenta comunque un utile complemento per la valutazione di insieme (scoliosi, vertebre di transizione, ecc.); l'esame radiografico è inoltre fortemente raccomandato prima di effettuare un intervento chirurgico di discectomia nei pazienti che hanno effettuato solo una RM.

Esami neurofisiologici

Non vi è sufficiente prova per raccomandare l'impiego di routine dei test neurofisiologici per lo studio della conduzione nervosa (ENG = elettroencefalografia) e dell'attività muscolare (EMG = elettromiografia) e l'impiego deve essere riservato a casi selezionati, con particolari quesiti diagnostici. La sensibilità sul danno assonale dell'esame EMG è estremamente bassa nelle prime 4 settimane dall'inizio dei disturbi in una radicolopatia compressiva.

Trattamento

Il trattamento dell'ernia discale con radicolopatia può essere sia conservativo che chirurgico. Ad eccezione della sindrome della cauda equina e dei deficit motori progressivi, il primo trattamento da effettuare è quello conservativo.

Trattamento conservativo

La base scientifica per i vari trattamenti conservativi utilizzati nella fase acuta è debole. Allo stato attuale (in assenza di deficit motori) non c'è alcuna dimostrata superiorità di un trattamento conservativo rispetto a un altro. I trattamenti conservativi della radicolopatia da ernia discale sono sostanzialmente sintomatici e si basano su: riposo a letto, farmaci e vari trattamenti fisioterapici.

Si raccomanda di limitare il riposo a letto allo stretto necessario: nella maggior parte dei pazienti il riposo a letto non comporta particolari vantaggi rispetto al mantenimento delle comuni attività quotidiane. Si consiglia quindi di ritornare attivi il prima possibile, adattando il livello di attività al grado di dolore.

Per quanto riguarda i farmaci, nella radicolopatia da ernia discale vengono utilizzati generalmente i seguenti gruppi: antidolorifici, anti-infiammatori, oppioidi, cortisonici, miorilassanti, antidepressivi, antiepilettici, e neuroprotettori; allo stato attuale mancano studi controllati che ne dimostrino chiare indicazioni e sicure prove di efficacia. Gli antidolorifici e i FANS sono i farmaci più largamente utilizzati: si consiglia l'impiego dei farmaci antidolorifici/anti-infiammatori seguendo la scala dell'OMS. In linea di massima si consiglia che i farmaci vengano utilizzati a orario e non al bisogno, che venga privilegiato l'impiego per os e che l'uso sia monitorizzato adattando il dosaggio in ogni singolo

paziente in base al raggiungimento dei risultati prefissati. Occorre iniziare il trattamento con il paracetamolo, se non altrimenti controindicato, anche se spesso il dolore iniziale è già tale da richiedere di salire più alto nella scala dei trattamenti farmacologici. Questa prevede l'impiego progressivo di FANS (selettivi o non selettivi per le ciclo-ossigenasi), oppiacei deboli e infine oppiacei di potenza maggiore. Per quanto riguarda i FANS, che appaiono indicati anche alla luce della componente infiammatoria della radicolopatia, esiste una larga disponibilità di prodotti, per i quali non è dimostrata la superiorità di un farmaco rispetto all'altro. Nella radicolopatia da ernia discale si raccomanda quindi l'uso iniziale di paracetamolo o di FANS per ridurre la sintomatologia dolorosa, comunque per periodi di tempo non prolungati e dopo una valutazione dei possibili effetti collaterali, soprattutto nel paziente anziano. Gli steroidi vengono largamente impiegati, con lo scopo di ridurre la flogosi locale. Vengono utilizzati per via orale, parenterale o in singola infusione. Allo stato attuale non vi sono dati sufficienti a favore o contrari al loro utilizzo, per cui gli steroidi per via sistemica possono essere impiegati, ma il loro uso deve essere limitato a brevi periodi. Vengono frequentemente impiegati anche farmaci che non hanno un effetto analgesico primario, come i miorilassanti, gli antidepressivi e gli anticonvulsivanti. Non vi sono prove a favore o contrarie all'uso di questi farmaci nella radicolopatia da ernia discale. Farmaci anticonvulsivanti (gabapentin, pregabalin) vengono spesso utilizzati nel dolore neuropatico (neuropatie periferiche, ecc.), ma non ci sono sufficienti prove a favore o contrarie al loro impiego nella radicolopatia acuta; possono comunque essere utili in presenza di una forte componente neuropatica (iperalgia, allodinia) o nelle sequele croniche di radicolopatia. Una grande quantità di neuroprotettori (acido tiotico, acido alfalipoico, L-acetilcarnitina, ecc.) vengono impiegati soprattutto nelle neuropatie periferiche ma talora anche nei disturbi radicolari da ernia discale: allo stato attuale non ci sono sufficienti prove a sostegno o contrarie al loro uso.

Nell'ambito della terapia della radicolopatia da ernia del disco vengono comunemente impiegati, da soli o in associazione, numerosi trattamenti ausiliari (busto, trattamenti fisioterapici, manipolazioni, agopuntura, ecc.). I corsetti lombosacrali dinamici possono avere un effetto benefico sul dolore e non sono stati documentati effetti negativi sul tono e trofismo dei muscoli del tronco, anche se non ci sono studi che ne dimostrino l'efficacia nel trattamento della radicolopatia da ernia discale. Non ci sono sufficienti prove per raccomandare o sconsigliare l'impiego di esercizi di rieducazione funzionale come unico trattamento dell'ernia del disco con radicolopatia; tuttavia, anche in assenza di prove a favore, si ritiene che un percorso riabilitativo con esercizi terapeutici possa essere un'opzione da

considerare nel trattamento dei pazienti con disturbi lievi o moderati nella radicolopatia da ernia discale. Non ci dati sufficienti raccomandare o sconsigliare l'uso delle trazioni nel trattamento dell'ernia discale con radicolopatia, così come non ci sono dati a favore o contrari all'impiego di terapie fisiche, quali stimolazioni elettriche, ultrasuonoterapia e laserterapia. Non ci sono elementi certi per raccomandare o sconsigliare le manipolazioni nel trattamento dell'ernia del disco sintomatica, considerando le deboli e contraddittorie prove di efficacia e la possibilità di complicanze. Queste ultime possono essere anche gravi, seppure con incidenza estremamente bassa. Pur essendo considerate un'opzione praticabile, si sconsiglia l'esecuzione di manipolazioni nei pazienti affetti da ernia discale (soprattutto se espulsa) da parte di personale non qualificato. Non ci sono sufficienti prove a favore o contrarie all'utilizzo dell'agopuntura nelle radicolopatie da ernia del disco.

Trattamenti percutanei

I trattamenti percutanei e mini-invasivi si propongono di agire con finalità diverse: riduzione della flogosi radicolare (infiltrazioni epidurali di steroidi), riduzione del dolore radicolare (radiofrequenza pulsata), riparazione dell'anulus (anuloplastiche, discoplastiche, ecc.), decompressione del disco (discolisi, discectomie, nucleotomie e nucleolisi con mezzi fisici, chimici o meccanici), asportazione dell'ernia (discectomie/erniectomie endoscopiche). Le *infiltrazioni epidurali di steroidi* rappresentano il più diffuso trattamento percutaneo. Tale tecnica, che si propone di agire direttamente sulla flogosi radicolare, può essere utile nel miglioramento della sintomatologia dolorosa nella radicolopatia da ernia discale. La *radiofrequenza pulsata gangliare o epidurale* e le *tecniche di anuloplastica* (IDET, RFA, ecc.) vengono impiegate prevalentemente nella lombalgia discogenica e non ci sono dati sufficienti a favore del loro impiego nella radicolopatia da ernia discale. Non ci sono sufficienti dati per raccomandare l'impiego di *tecniche di decompressione*, basate sull'asportazione più o meno estesa del nucleo polposo con l'intento di ridurre la pressione intradiscale (discectomie percutanee chimiche, laser o con coagulazione, o discolisi con ossigeno-ozono). L'ossigeno-ozono terapia viene impiegata con diverse modalità e i meccanismi d'azione sono vari e non del tutto conosciuti: oltre all'impiego intradiscale vengono effettuate iniezioni intramuscolari paraspinali, iuxtaforaminali periganglioniche o epidurali sotto guida amplioscopica o TC. Considerando che tali tecniche non hanno indicazioni chiare (dolore discogenico, radicolopatia, ernia contenuta, ecc.) e che, pur essendo percutanee, non sono scevre da complicanze, se ne sconsiglia l'impiego al di là di studi randomizzati controllati condotti con lo scopo di stabilirne la reale efficacia.

Trattamento chirurgico

Il trattamento chirurgico di elezione della radicolopatia da ernia discale è rappresentato dalla decompressione diretta della radice tramite asportazione dell'ernia ed è confortato da buone prove di efficacia. Il termine discectomia è quello più largamente impiegato per descrivere l'intervento di escissione dell'ernia discale, anche se si tratta di un termine impreciso. Comunque la terminologia utilizzata negli anni è stata decisamente varia e, ancora oggi, non è uniforme; i termini erniectomia o discectomia parziale sono oggi talvolta utilizzati in alternativa. La discectomia può essere distinta in standard (con incisione classica e visualizzazione diretta dell'ernia) e microdiscectomia (con l'ausilio di microscopio e accesso con incisione cutanea di dimensioni inferiori). La microdiscectomia è da preferire per la minore invasività sulla colonna ed è oggi considerato il gold standard, ma la scelta può dipendere dalle preferenze e dall'esperienza del chirurgo, dalle risorse disponibili e dai quadri anatomico-patologici (ernie discali a più livelli, ernie migrate, ernie associate a stenosi con necessità di foraminotomie, ecc.). Per quando riguarda la più recente discectomia endoscopica con accesso percutaneo e visualizzazione diretta attraverso strumenti ottici, tale tecnica, se disponibile, può essere considerata un'opzione. L'unica indicazione assoluta al trattamento chirurgico è la sindrome della cauda equina (SCE) acuta, che rappresenta classicamente un'urgenza nell'ottica di ottimizzare le possibilità di recupero neurologico. La SCE è una patologia che, pur essendo rara, può comportare gravi conseguenze e deve essere quindi rapidamente diagnosticata e adeguatamente trattata, in modo da evitare pesanti ripercussioni sia dal punto di vista clinico che medico-legale. La SCE può essere classificata in completa, con un interessamento di tutte le radici, o incompleta, quando non sono presenti tutti i sintomi ma solo alcuni per interessamento solo parziale; altri autori preferiscono distinguere una SCE incompleta e una SCE con ritenzione urinaria neurogena. L'insorgenza inoltre può essere acuta oppure cronica, a lenta progressione, ma il *timing* chirurgico appropriato non è stato ancora esattamente definito e unanimemente condiviso. La rarità e la variabilità di presentazione della sindrome rendono i dati in letteratura, metanalisi comprese, meno significativi. In passato gli studi orientavano verso un trattamento da effettuare entro le 48 ore, poiché il recupero neurologico appariva superiore. Altri Autori hanno poi considerato l'intervento entro 24 ore come *timing* ottimale. Altri ancora hanno evidenziato che il risultato è relativamente indipendente dal tempo di intervento, considerando comunque l'urgenza solo per SCE incomplete e consentendo di procrastinare le SCE complete, in quando il recupero appare comunque scarso indipendentemente dal timing. In linea di massima attual-

mente si considera che, nelle forme acute e complete, la lesione sia grave e irreversibile entro poche ore: periodo nel quale è tecnicamente impossibile effettuare una diagnostica per immagini e portare a termine un intervento chirurgico decompressivo. Negli altri casi, sia l'intervento precoce che dilazionato portano a un recupero variabile del danno neurologico. Restano le indicazioni a effettuare un intervento chirurgico tempestivo, soprattutto nelle forme acute, in quanto l'eliminazione precoce della compressione sulle radici nervose rappresenta un approccio razionale ed è senz'altro portatrice di maggiori benefici.

Per le indicazioni elettive deve esserci sempre congruità tra la **sintomatologia** riferita dal paziente (irradiazione del dolore e delle parestesie), il **quadro clinico obiettivo** (test clinici e riflessi) e la **diagnostica strumentale per immagini** che confermano il livello di interessamento discale. Se questa congruità è soddisfatta, si raccomanda di considerare l'intervento chirurgico in presenza di tutti i seguenti criteri: durata dei sintomi superiore a sei settimane, dolore persistente non rispondente al trattamento analgesico, fallimento, a giudizio congiunto del chirurgo e del paziente, di trattamenti conservativi efficaci adeguatamente condotti. In mancanza di congruità dei suddetti parametri si impone una rivalutazione del caso. Il paziente deve essere coinvolto nel processo decisionale e adeguatamente informato sulla storia naturale della malattia e delle alternative terapeutiche. È giustificato un ricorso precoce all'intervento chirurgico per la comparsa di deficit motori ingravescenti oppure particolarmente invalidanti (steppage o drop foot) in pazienti con diagnosi accertata e congrua di ernia del disco lombare, pur non rappresentando un'indicazione assoluta. La scelta informata del paziente può giustificare il ricorso precoce all'intervento chirurgico anche nei casi di sciatica "iperalgica" intrattabile e resistente a tutte le terapie antidolorifiche.

Conclusioni

Come riassunto nell'algoritmo della Figura 3, l'approccio al paziente con dolore irradiato agli arti inferiori è prima di tutto clinico. In caso di presenza di indicatori di sospetta patologia vertebrale maggiore, occorre effettuare precocemente una diagnostica strumentale che, in caso di sindrome della cauda, assume un carattere di urgenza o di emergenza nelle forme acute. In assenza di semafori rossi, in molti casi l'anamnesi e l'esame obiettivo permettono da soli di indirizzare la diagnosi e di guidare la terapia, se la sintomatologia è tipica. Nonostante che la storia naturale dell'ernia del disco lombare con radicolopatia non sia del tutto conosciuta, c'è consenso sui seguenti punti: la maggior parte delle ernie del disco (sintomatiche e non) si riduce di dimensioni o regredisce nel tempo e la maggior

parte dei pazienti migliora indipendentemente dal tipo di trattamento. Questo induce a privilegiare i trattamenti conservativi. Il trattamento è quindi inizialmente conservativo e, alla luce di una prognosi spontaneamente favorevole nella maggior parte dei casi, è consigliabile intraprendere i trattamenti con minori rischi o effetti collaterali. Nei casi di mancato miglioramento, vengono poste indicazioni chirurgiche, con un ventaglio di tecniche a disposizione particolarmente ampio e in continua evoluzione, a causa dell'alto tasso di innovazione scientifica e tecnologica. È fondamentale coinvolgere il paziente nelle decisioni: la comunicazione non è soltanto informazione ma interazione e si basa principalmente sul condividere il risultato delle proprie analisi cliniche e sull'adattare le informazioni alle capacità di comprensione, assicurandosi che le spiegazioni siano state recepite e che siano condivise. Infine occorre scegliere il trattamento insieme al paziente e coinvolgerlo nella sua pianificazione.

Bibliografia

- 1 Denaro V, Barneschi G, Crostelli M, et al. *Linea guida per la diagnosi ed il trattamento dell'ernia del disco lombare con radicolopatia*. Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2016;42:118-36.

M. Argiolas
A. Baioni
C. Doria

AOU (Azienda Ospedaliero Universitaria)
Sassari Clinica Ortopedica

Epidemiologia delle lesioni traumatiche del rachide

Traumatic spinal injuries: epidemiology

Riassunto

Le lesioni traumatiche del rachide (LTR) comprendono una moltitudine di lesioni al midollo spinale, alle radici nervose, alle strutture ossee e alle componenti disco-legamentose della colonna vertebrale. Le lesioni possono essere secondarie a traumi contusivi o penetranti sia ad alta che a bassa energia. Le LTR possono portare a instabilità meccanica, dolore, mobilità ridotta, con possibile danno delle strutture neurologiche e conseguenti paralisi parziali o complete. Le LTR sono potenzialmente causa di grave invalidità o morte. L'incidenza mondiale di LTR è ad oggi poco conosciuta. L'insufficienza di dati disponibili, in particolare nei paesi a reddito medio-basso, rimane un ostacolo alla valutazione dell'impatto economico globale delle LTR. Questa carenza costituisce un importante ostacolo allo sviluppo di linee guida nazionali e internazionali incentrate sulla prevenzione degli infortuni, la formazione di una forza lavoro medica capace e la creazione di protocolli terapeutici efficaci. L'incidenza globale totale per le LTR è risultata essere di 10,5 casi su 100.000 abitanti. Ciò ha portato a stimare 768.473-790.695 casi di LTR in tutto il mondo ogni anno. Vi è una particolare necessità di sforzi preventivi contro gli incidenti stradali e di misure preventive per le cadute nella popolazione geriatrica. Il sistema sanitario deve affrontare la sfida inerente ad una sempre più crescente percentuale di pazienti anziani.

Parole chiave: lesioni traumatiche del rachide, traumi midollari, epidemiologia, incidenza

Summary

Traumatic spinal injury includes a multitudes of injuries to bone structure, disco-ligamentous components, spinal cord and nerve roots. The above mentioned injuries may be due to penetrating trauma and low and energy mechanism. TSI may lead to mechanical instability, pain and impaired mobility while injuries to spinal cord can result in death or partial or complete paralysis. The overall incidence of TSI is at the moment unknown; the lack of information from low-middle income countries is still an issue on evaluating the economic burden of these injuries. This lack leads to an impairment in the develop of national and international guidelines focused on prevention and management of injuries, the making of a competent medic labor power and efficient procedures. The known global incidence in evaluated in 10,5 cases in 100.000 people; this lead to consider between 768.473 and 790.695 cases. It is needed to increase the effort in preventing road accidents and falls in geriatric population. The health system has to face the growing burden from a continuous increase of the old population.

Key words: traumatic spinal injury, spinal cord injury, epidemiology, incidence

Introduzione

Le lesioni traumatiche del rachide (LTR) comprendono una moltitudine di lesioni al midollo spinale, alle radici nervose, alle strutture ossee e alle componenti disco-legamentose della colonna vertebrale¹. Le lesioni possono essere secondarie a traumi contusivi o penetranti sia ad alta che a bassa energia^{2,3}. Le LTR possono portare a instabilità meccanica, dolore, mobilità ridotta, con possibile danno delle strutture neurologiche e conseguenti paralisi parziali o complete^{1,4,5}. I traumi midollari (TM) rientrano in una più specifica e limitata categoria alla quale appartengono lesioni a carico del midollo spinale che possono determinare deficit neurologici spesso quantificati utilizzando gli score clinici come ad esempio l'ASIA score (*In-*

Indirizzo per la corrispondenza:
C. Doria
cdoria@uniss.it

ternational standards for neurological classification of spinal cord injury)⁶. Indipendentemente dal tipo di lesione, le LTR sono potenzialmente causa di grave invalidità o morte. L'incidenza mondiale di LTR è ad oggi poco conosciuta nonostante la moltitudine di lavori presenti in letteratura. Attualmente, i TM, rappresentano il sottogruppo più conosciuto. Le incidenze dei TM variano da 8 a 246 casi per milione di persone all'anno⁷⁻⁹, rappresentando solo una parte della casistica mondiale di LTR. L'impatto che le LTR hanno sulla salute globale rimane oscuro. L'insufficienza di dati disponibili, in particolare nei paesi a reddito medio-basso, rimane un ostacolo alla valutazione dell'impatto economico globale delle LTR. Questa carenza costituisce un importante ostacolo allo sviluppo di linee guida nazionali e internazionali incentrate sulla prevenzione degli infortuni, la formazione di una forza lavoro medica capace e la creazione di protocolli terapeutici efficaci. La dimensione della forza lavoro, responsabile della cura delle LTR, è tristemente inadeguata in molte parti del mondo¹⁰. Spesso, le risorse sono limitate dove sono più necessarie. Tuttavia, nel caso delle LTR, anche le informazioni epidemiologiche di base sono assenti, precludendo così la possibilità di distribuire in maniera mirata le risorse disponibili.

Materiali e metodi

È stata condotta su PubMed una ricerca bibliografica utilizzando le parole chiave "Traumatic spinal injury" ed "Epidemiology traumatic spinal injury".

Incidenza, dati demografici e tipo di infortunio

Ampie variazioni di incidenza, prevalenza, distribuzione di genere, meccanismo di lesione, livello di lesione e caratteristiche delle lesioni sono state riportate da varie parti del mondo per quanto riguarda le LTR.

L'incidenza globale totale per le LTR è risultata essere di 10,5 casi su 100.000 abitanti. Ciò ha portato a stimare 768.473-790.695 casi di LTR in tutto il mondo ogni anno. L'incidenza delle LTR, varia da 3,4 casi su 100.000 abitanti in Europa a 13,7 casi su 100.000 abitanti in Asia Sud Orientale. Prendendo in considerazione il reddito, l'incidenza delle LTR è più elevata nei paesi a basso e medio reddito (13,7 casi per 100.000 abitanti) rispetto a quelli ad alto reddito (8,7 casi per 100.000 abitanti). In tutto il mondo, il 37,3% dei pazienti che hanno riportato LTR ha sofferto di un TM. Vi è una notevole discrepanza tra la percentuale di pazienti che hanno subito una LTR con associato un TM nei paesi ad alto reddito (25,27%) rispetto a quelli a medio (36,6%) e soprattutto basso reddito (70,4%)¹¹.

A livello mondiale, l'età media dei pazienti con LTR è di 39,8 anni. I pazienti tendono ad essere più anziani nei paesi del Pacifico Occidentale e più giovani negli USA ed in Canada. Tuttavia, quando l'età media è stata analizzata sulla base del reddito, i paesi a basso reddito hanno mostrato la più giovane età media al momento del trauma. I maschi sono più comunemente interessati dalle LTR, con un rapporto medio maschi/femmine (M: F) di 3,37:1 in tutto il mondo. Il rapporto M: F più alto è stato trovato in un'analisi brasiliana sulle lesioni del rachide cervicale ed era di 7,35:1¹². Al contrario, solo due studi hanno riscontrato che le donne erano più comunemente colpite rispetto agli uomini, entrambi riguardano la popolazione dei paesi del Pacifico Occidentale^{13,14}. In generale, il rapporto M: F delle LTR è più alto nei paesi a medio e basso reddito rispetto a quelli ad alto reddito¹¹.

Nelle LTR è più comunemente coinvolto il rachide cervicale (46,02%), mentre il rachide lombosacrale è il più raramente coinvolto (24,8%). L'incidenza di lesioni del rachide cervicale varia dal 39% al 53% nella maggior parte delle regioni, tuttavia la zona Est del Mediterraneo ha un tasso sostanzialmente più basso di lesioni del rachide cervicale (29,9%) rispetto ad altre regioni. Est Mediterraneo e America Latina sono le uniche regioni in cui le lesioni toraciche superano il tasso delle lesioni cervicali.

Gli incidenti stradali (39,5%) seguiti dalle cadute (38,8%) sono le più comuni cause di LTR in tutto il mondo. Gli incidenti stradali rappresentano il 41,6% delle LTR nei paesi ad alto reddito rispetto al 40,7% e al 27,2% nei paesi a medio e basso reddito. Le cadute sono la causa più comune di trauma nei paesi a basso reddito (54,7%). I traumi sportivi sono relativamente rari nei paesi a medio (2,1%) e basso reddito (0,6%) rispetto ai paesi ad alto reddito (8,6%)¹¹.

Mortalità e chirurgia

I tassi di mortalità segnalati attribuiti alle LTR variano dallo 0% al 60%.

La mortalità media nei paesi ad alto reddito è del 15,4%, a differenza del 3,8% dei paesi a medio reddito e dell'1,8% nei paesi a basso reddito¹⁵. Inoltre è stato riportato un tasso di mortalità del 60% entro un anno nella popolazione pediatrica colpita da TM¹⁶.

L'incidenza di pazienti sottoposti ad intervento chirurgico varia dal 36,4% al 59,1%.

In media, i pazienti nei paesi a medio reddito hanno una maggiore probabilità (54,9%) di subire un intervento chirurgico rispetto ai pazienti dei paesi ad alto reddito (42,5%). Non ci sono differenze significative nell'incidenza e nell'età al momento della lesione, meccanismo di lesioni o rapporto di genere tra LTR ed LTR associate a TM.

Esiste invece nel tasso e nella percentuale di mortalità dei pazienti che subiscono un intervento chirurgico dopo la lesione. Le LTR hanno un tasso di mortalità del 6,3%, la metà del tasso osservato nelle LTR associate a TM. Inoltre, il 36,6% dei pazienti va incontro ad intervento chirurgico dopo una LTR, rispetto al 48,8% dei pazienti con LTR associate a TM.

Discussione

Il TM rimane una causa significativa di morte e disabilità in tutto il mondo^{17,18}. Queste lesioni sono spesso dovute a cause prevenibili come cadute, incidenti stradali e violenza¹⁸. Si stima che le LTR colpiscano fino a 226.000 persone ogni anno in tutto il mondo⁹. L'impatto economico delle LTR nel loro insieme è invece meno quantificato. Questi traumi hanno conseguenze significative per i pazienti e le loro famiglie, in quanto comunemente portano a morte o a profonda disabilità. Nelle zone più remote del mondo, la diagnosi ed il trattamento delle LTR può essere inadeguato a causa della mancanza di apparecchiature diagnostiche e del personale sanitario addestrato alla loro gestione¹⁹. Il ritardo nella diagnosi e la corretta gestione delle LTR può essere costoso e conseguentemente causare danno neurologico, dolore cronico o deformità²⁰.

L'incidenza globale di TM è stata stimata essere di 23 casi per 1.000.000 abitanti; i più alti tassi sono stati riscontrati nel Sud-Est Asiatico e nel Pacifico Occidentale⁷. Inoltre è stato stimato che il numero totale annuo dei casi di TM vanno da 133 a 226 mila in tutto il mondo⁹. Il confronto dei dati sui TM tra nazioni sviluppate e in via di sviluppo e mostra che i pazienti affetti da TM nei paesi in via di sviluppo soffrono di tassi di mortalità molto più alti. Anche il meccanismo della lesione differisce significativamente tra i due gruppi, in quanto gli incidenti stradali sono stati la principale causa di traumi nei paesi sviluppati, mentre le cadute rappresentano la maggior parte degli infortuni nei paesi in via di sviluppo²¹.

Sebbene i TM rappresentino una parte importante dei costi delle LTR, questi studi certamente sottovalutano l'entità della spesa che le LTR determinano a livello globale. Il trattamento delle LTR da parte di chirurghi esperti porta spesso al miglioramento o alla preservazione della funzione neurologica in tutti i paesi senza differenze di reddito²². Inoltre, la chirurgia può prevenire una riduzione delle capacità motorie, deformità posturali e dolore cronico secondaria a fratture instabili che spesso impediscono ai pazienti colpiti di tornare al lavoro o a prendersi cura delle loro famiglie. Tali condizioni possono comportare gravi conseguenze economiche, sociali e mediche alle persone affette da LTR. È stato stimato che l'incidenza globale delle LTR è di 10,5 casi ogni 100.000 abitanti¹¹. Dato che la popolazione

mondiale è di oltre 7 miliardi di persone²³, questo significa oltre 700.000 nuovi casi di LTR a livello globale ogni anno. Questo rappresenta una significativa, ma ancora poco riconosciuta, minaccia alla salute pubblica globale. L'incidenza stimata delle LTR varia ampiamente tra le regioni del mondo con un valore basso di 3,4 casi per 100.000 abitanti in America Latina e un alto tasso di 13,7 casi per 100.000 abitanti nelle regioni del Pacifico Occidentale. Ci sono diversi motivi per cui i tassi d'incidenza riportati potrebbero sottostimare il reale volume delle LTR. In primo luogo, la scarsità di grandi database nei sistemi sanitari nazionali in grado di identificare tutti i casi di LTR e di conseguenza la loro mancata segnalazione e quindi l'impossibilità ad essere riportati in letteratura. Questo è probabilmente più pronunciato nei paesi a basso e medio reddito con infrastrutture, database ed una raccolta dati scadenti. In secondo luogo, molti casi di LTR, in particolare i traumi lievi, possono non essere diagnosticati nei paesi a medio e basso reddito poiché la disponibilità e l'accesso alle cure sanitarie sono limitate.

Vi sono circa 33.000 chirurghi vertebrali in tutto il mondo, la maggior parte dei quali risiedono in Asia, Europa o Nord America^{23,24}. La concentrazione di chirurghi vertebrali in alcuni paesi del mondo crea disparità nella disponibilità di cure a seconda della nazione o del continente di residenza dei pazienti. Un forte contrasto esiste tra luoghi come il Nord America, che ha circa 1 chirurgo vertebrale ogni 81.000 abitanti, e l'Africa, dove è presente un chirurgo vertebrale per ogni 1.238.000 abitanti^{23,24}. Considerando la scarsità di chirurghi vertebrali nel continente africano alla luce di una stima di 13.6 nuovi casi di LTR per ogni 100.000 abitanti, molti pazienti probabilmente lottano con l'accessibilità a cure chirurgiche adeguate e a basso costo. Un altro aspetto da tenere in considerazione è la difficoltà delle popolazioni rurali nel ricevere assistenza chirurgica di qualità per la tendenza dei chirurghi vertebrali a concentrarsi all'interno delle aree urbane.

Con un media del 48,8% dei pazienti con LTR sottoposti a intervento chirurgico, la carenza globale di personale medico in grado di prendersi cura delle LTR rappresenta un notevole ostacolo alla fornitura adeguata di cure.

Le LTR colpiscono gli uomini molto più comunemente delle donne. È stata riscontrata una piccola differenza nel rapporto tra M:F e i livelli di reddito del paese. Questa universale predilezione delle LTR di colpire i maschi può essere secondaria a rischi professionali unici o a comportamenti più rischiosi che li rende più vulnerabili²⁵.

L'età media dei pazienti affetti da LTR nel mondo è di 40 anni. Nel complesso i pazienti affetti da LTR tendono ad essere più anziani nei paesi ad alto reddito rispetto a quelli a basso e medio reddito. Gli incidenti stradali e le cadute sono le cause principali delle LTR in tutto il mondo (39,5%

e 38,8%^{26 27}. Gli incidenti stradali sono più comuni nelle regioni ad alto reddito (41,6%) rispetto a quelle a medio reddito (40,7%) e basso reddito (27,2%). Il più alto tasso di incidenti stradali nelle regioni ad alto reddito può riflettere il fatto che queste regioni abbiano un numero significativamente maggiore di veicoli a motore pro capite²⁸.

La significativa quantità di traumi dovuti ad incidenti stradali nei paesi a medio e basso reddito, nonostante un numero inferiore di veicoli a motore pro capite, è probabilmente secondaria ad infrastrutture stradali carenti, segnaletica scadente, legislazione inadeguata in materia di sicurezza ed applicazione della legge in quei paesi²⁹. Le cadute sono comuni sia nei paesi ad alto reddito che in quelli a medio e basso reddito, anche se molte delle cadute nei paesi ad alto reddito si verificano negli anziani, mentre in quelli a medio e basso reddito sono spesso legate al lavoro.

Globalmente, poco più di un terzo dei pazienti con LTR soffre di TM. La percentuale di TM nei pazienti con LTR varia notevolmente tra i livelli di reddito, con una percentuale molto più elevata nei paesi a medio e basso reddito rispetto a quelli ad alto reddito. Questa grande variabilità può essere spiegata dalle differenze nei meccanismi traumatici; incidenti stradali e cadute sono le cause più comuni indipendentemente dal reddito ma la gravità delle lesioni è maggiore nei paesi a medio e basso reddito a causa di standard e norme di sicurezza scadenti. Una spiegazione più plausibile è quella che i pazienti nei paesi a medio e basso reddito con TM, ma senza deficit neurologici, possano cercare assistenza sanitaria in misura minore proprio per la carenza dei servizi di cura della salute e per i proibitivi costi finanziari che comportano.

I pazienti nei paesi ad alto reddito, anche solo con la presenza di un sintomo dopo l'evento traumatico, sono più propensi a cercare assistenza che successivamente viene diagnosticata come una LTR questo fenomeno potrebbe certamente portare a una sottostima del volume delle LTR nei paesi a medio e basso reddito.

Conclusioni

Le LTR sono una delle principali fonti di morbilità e mortalità in tutto il mondo.

Sono riportate ampie variazioni geografiche nell'incidenza, nella prevalenza e nella letalità delle LTR. Tali variazioni sono dovute a differenze nella definizione, inclusione, classificazione, identificazione dei pazienti, differenze geografiche e culturali e variazioni nel trattamento ospedaliero disponibile. Le differenze tra i vari paesi in termini di meccanismi di lesioni, età e distribuzione di genere riflettono differenze nella cultura e nello stile di vita. Cadute e incidenti stradali sono i meccanismi più frequenti di trauma.

Vi è una particolare necessità di sforzi preventivi contro gli incidenti stradali e di misure preventive per le cadute nella popolazione geriatrica. Il sistema sanitario deve affrontare la sfida inerente ad una sempre più crescente percentuale di pazienti anziani. Nonostante il miglioramento della diagnostica e del trattamento, i pazienti affetti da LTR presentano ancora una mortalità considerevolmente più elevata rispetto alla popolazione generale. Incrementare la conoscenza degli operatori sanitari delle sequele e delle complicanze dopo i traumi vertebrale è importante per ridurre le complicanze, aumentare la sopravvivenza e migliorare la qualità della vita di questi pazienti.

Bibliografia

- Zhang S, Wadhwa R, Haydel J, et al. *Spine and spinal cord trauma: diagnosis and management*. *Neurol Clin* 2013;31:183-206. doi: 10.1016/j.ncl.2012.09.012.
- Costacurta MLG, Taricco LD, Kobaiyashi ET, et al. *Epidemiological profile of a pediatric population with acquired spinal cord injury from AACD: São Paulo/Brazil*. *Spinal Cord* 2010;48:118-21. <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2009.130>.
- Sothmann J, Stander J, Kruger N, et al. *Epidemiology of acute spinal cord injuries in the Groote Schuur Hospital Acute Spinal Cord Injury (GSH ASCI) Unit, Cape Town, South Africa, over the past 11 years*. *South African Med J* 2015;105:835.
- Taghva A, Hoh DJ, Laurysen CL. *Advances in the management of spinal cord and spinal column injuries*. *Handb Clin Neurol* 2012;109:105-30. doi: 10.1016/B978-0-444-52137-8.00007-3.
- Rekate HL, Theodore N, Sonntag VK, et al. *Pediatric spine and spinal cord trauma. State of the art for the third millennium*. *Childs Nerv Syst* 1999;5:743-50.
- Schuld C, Franz S, Brüggemann K, et al. *International standards for neurological classification of spinal cord injury: impact of the revised worksheet (revision 02/13) on classification performance*. *J Spinal Cord Med* 2016;39:504-12.
- Fitzharris M, Cripps R a, Lee BB. *Estimating the global incidence of traumatic spinal cord injury*. *Spinal Cord* 2013;52:1-6.
- Furlan JC, Sakakibara BM, Miller WC, et al. *Global incidence and prevalence of traumatic spinal cord injury*. *Can J Neurol Sci/J Can des Sci Neurol* 2013;40:456-64. <http://dx.doi.org/10.1017/S0317167100014530>.
- Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, et al. *The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate*. *Spinal Cord* 2014;52:110-6. <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2012.158>.
- Park KB, Johnson WD, Dempsey RJ. *Global neurosurgery: the unmet need*. *World Neurosurg* 2016;88:32-35.
- Kumar R, Lim J, Mekary RA, et al. *Traumatic spinal injury: global epidemiology and worldwide volume*. *World Neurosurg* 2018. doi: 10.1016/j.wneu.2018.02.033

- ¹² Santos EAS, Filho WJS, Possatti LL, et al. *Epidemiology of severe cervical spinal trauma in the north area of São Paulo City: a 10-year prospective study. Clinical article.* J Neurosurg Spine 2009;11:34-41. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19569938>.
- ¹³ Yang NP, Deng CY, Lee YH, et al. *The incidence and characterisation of hospitalised acute spinal trauma in Taiwan-A population-based study.* Injury 2008;39:443-50.
- ¹⁴ Wang H, Xiang L, Liu J, et al. *Gender differences in the clinical characteristics of traumatic spinal fractures among the elderly.* Arch Gerontol Geriatr 2014;59:657-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2014.05.004>.
- ¹⁵ Biluts H, Abebe M, Laeke T, et al. *Pattern of spine and spinal cord injuries in tikur anbesa hospital, Ethiopia.* Ethiop Med J 2015;53:75-82.
- ¹⁶ Augutis M, Levi R. *Pediatric spinal cord injury in Sweden: incidence, etiology and outcome.* Spinal Cord 2003;41:328-36.
- ¹⁷ Reilly P. *The impact of neurotrauma on society: an international perspective.* Prog Brain Res 2007;161:3-9.
- ¹⁸ Rubiano AM, Carney N, Chesnut R, et al. *Global neurotrauma research challenges and opportunities.* Nature 2015;527:S193-7.
- ¹⁹ Burns AS, O'Connell C. *The challenge of spinal cord injury care in the developing world.* J Spinal Cord Med 2012;35:3-8.
- ²⁰ Khatri K, Farooque K, Sharma V, et al. *Neglected thoraco lumbar traumatic spine injuries.* Asian Spine J 2016;10:678.
- ²¹ Chiu WT, Lin HC, Lam C, et al. *Epidemiology of traumatic spinal cord injury : comparisons between developed and developing countries.* Asia-Pacific J Public Heal 2010;22:9-18.
- ²² Lehre MA, Eriksen LM, Tirsit A, et al. *Outcome in patients undergoing surgery for spinal injury in an Ethiopian hospital.* J Neurosurg Spine 2015;23:1-8.
- ²³ El-Fiki M. *African Neurosurgery, the 21st-century challenge.* World Neurosurg 2010;73:254-8.
- ²⁴ El Khamlichi A. *African neurosurgery: current situation, priorities, and needs.* Neurosurgery 2001;48:1344-7.
- ²⁵ Wright DW, Espinoza TR, Merck LH, et al. *Gender differences in neurological emergencies part ii: a consensus summary and research agenda on traumatic brain injury.* Acad Emerg Med 2014;21:1414-20.
- ²⁶ WHO. *Road traffic injuries.* WHO 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en>.
- ²⁷ WH. *Falls.* WHO 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en/>.
- ²⁸ *Worldwide Total Motor Vehicles* (per 1,000 people: <http://chartsbin.com/view/1114>).
- ²⁹ *Global status report on road safety 2015 summary:* www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html.

P. Cinnella¹
A. Rava²
F. Fusini²
A. Massè²
M. Girardo¹

¹ Spine Surgery Unit, Orthopaedic and Trauma Centre, Città della Salute e della Scienza di Torino, University of Turin; ² Department of Orthopaedic and Traumatology, Orthopaedic and Trauma Centre, Città della Salute e della Scienza di Torino, University of Turin

The role of conservative treatment: is cast an option in the treatment of thoracolumbar vertebral fractures?

Il ruolo del trattamento conservativo: il busto gessato è ancora un'opzione nelle fratture della cerniera toracolombare?

Abstract

Background. Thoracolumbar vertebral fractures are common in high energy trauma and often are associated to other concomitant injuries. Currently brace or cast reduction and casting (CRC) are the two conservative treatments proposed by literature. Despite CRC was widely used in the past, today brace is preferred. Aim of our study is to evaluate clinical and radiographic outcomes of thoracolumbar type A fractures, not associated with other injuries, treated with CRC.

Material and methods. We retrospectively evaluated all patients treated from 2008 to 2015, with a mean age of 26.69 years (range 15-45). All patients were affected by AO type A fracture: 26 type A1, 17 type A2 and 21 type A3. All patients were evaluated by X-ray, CT and MRI. Radiological evaluations included vertebral kyphosis (VK), segmental kyphosis (SK), regional kyphosis (RK) angle and vertebral ratio (VR) measures. Patients were clinically assessed through VAS, Oswestry disability index, Roland Morris disability questionnaire and SF-36.

Results. Seventy-four patients (41 males and 33 females) were included in the study. At FU (mean 28.48 months \pm 5.16) we found significant improvements in VK ($p = 0.000013$), SK ($p = 0.000455$), and RK ($p = 0.000016$). No significant differences were observed in VR ($p = 0.26$). Good clinical results were reported in patients in all scores and 90.7% of patients returned to work.

Conclusions. Closed reduction and casting is still a reliable treatment option in selected thoracolumbar fractures without spinal cord involvement. A correct fracture evaluation, patient compliance and motivation are essentials.

Level of evidence: IV

Key words: vertebral fractures, thoracolumbar junction, conservative treatment, closed reduction and casting

Riassunto

Introduzione. Le fratture vertebrali toracolombari sono comuni nei traumi ad alta energia e spesso sono associate ad altre lesioni concomitanti. Attualmente la contenzione in corsetto o la riduzione e contenzione in busto gessato (CRC) sono i due trattamenti conservativi proposti dalla letteratura. Nonostante il CRC sia stato ampiamente utilizzato in passato, oggi è preferito il corsetto. Scopo del nostro studio è valutare gli esiti clinici e radiografici delle fratture toracolombari di tipo A, non associate ad altre lesioni, trattate con CRC.

Materiale e metodi. Abbiamo valutato retrospettivamente tutti i pazienti trattati dal 2008 al 2015, con un'età media di 26,69 anni (range 15-45). Tutti i pazienti erano affetti da frattura di tipo A secondo la classificazione AO: 26 di tipo A1, 17 di tipo A2 e 21 di tipo A3. Tutti i pazienti sono stati valutati mediante radiografia, TC e risonanza magnetica. Le valutazioni radiologiche includevano la cifosi vertebrale (VK), la cifosi segmentaria (SK), l'angolo della cifosi regionale (RK) e le misure del rapporto vertebrale (VR). I pazienti sono stati valutati clinicamente tramite VAS, indice di disabilità Oswestry, questionario sulla disabilità di Roland Morris e SF-36.

Risultati. Settantaquattro pazienti (41 maschi e 33 femmine) sono stati inclusi nello studio. Al FU (media 28,48 mesi \pm 5,16) abbiamo trovato miglioramenti significativi in VK ($p = 0,000013$), SK ($p = 0,000455$) e RK ($p = 0,000016$). Non sono state osservate differenze significative nella VR ($p = 0,26$). Buoni risultati clinici sono stati riportati nei pazienti in tutti i punteggi e il 90,7% dei pazienti è tornato al lavoro.

Indirizzo per la corrispondenza:

Pasquale Cinnella
via Cervino, 5
10044 Pianezza (TO)
pcinnella@gmail.com

Conclusioni. La riduzione chiusa e la contenzione in busto gessato rappresentano ancora un'opzione terapeutica affidabile in caso di fratture toracolombari selezionate senza interessamento del midollo spinale. Una corretta valutazione della frattura, la compliance del paziente e la motivazione sono essenziali.

Livello di evidenza: IV

Parole chiave: fratture vertebrali, giunzione toracolombare, trattamento conservativo, riduzione chiusa e busto gessato

Introduction

Thoracolumbar junction (T10-L2) is the most common site of spine injury, more frequent than other segments. Talic¹ defined "prone to trauma" this region, due to the low mobility of this segment. AO Spine Type A² comprise 66% of these fractures³ and "burst" fractures account for approximately 20%^{3,4}.

Several treatments for type A fracture were proposed, especially in patients without neurologic impairments. Both surgical and conservative treatments are described in literature with good results⁵⁻⁷. Conservative treatments comprehend bed rest, physiotherapy, spinal braces and closed reduction associated to casting (CRC); however in literature there is no evidence about a better conservative treatment⁸.

It's proved that non surgical strategies are not inferior to surgical ones about their cost effectiveness⁹.

Nowadays, there is a consensus that post traumatic kyphosis may cause chronic low back pain probably derived from soft tissue surrounding the spinal deformity and biomechanical changings in neighbouring spinal segments¹⁰⁻¹². According to the consensus, closed reduction and casting technique described by Bohler in his book in 1951 seems to be actual¹³. This technique allows the reduction of fractures segments thanks to ligamentotaxis and casting can guarantee segments contentions till healing. The purpose of our retrospective study is to evaluate middle-long term clinical and radiographic results of selected thoracolumbar type A fractures, treated with closed reduction and casting.

Material and methods

We retrospectively evaluated all patients treated in our spine surgery department with closed reduction and casting (CRC) from 2008 to 2015. Patients were included in the study according to the following inclusion criteria:

1. diagnosis of thoracolumbar vertebral fractures (T10-L2), not associated with other severe injuries or fractures
2. age between 15 to 45 years old at the time of trauma
3. Only AO Spine Type A fracture
4. absence of posterior longitudinal ligament lesions verified with MRI

5. absence of neurological impairments
6. Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS) ≤ 3 ¹⁴
7. minimum of two-years follow-up (FU)

For every patient the diagnosis was made after evaluation of X-rays, CT scans, and MRI.

Treatment consisted in closed fracture reduction on the Bell frame. This system uses ligamentotaxis derived by positioning the patient in physiological lordosis to obtain vertebral fracture reduction. No anaesthesia was used during the procedure. When reduction was obtained, the patient was kept on the frame and a plaster cast was fabricated.

Patients were recovered in our spine surgery department for few days after procedure. During the hospital stay, patients were clinically controlled especially for pain and eventual cast syndrome¹⁵. Weight bearing was not permitted for 40 days after procedure, and only bed rest was allowed. Parents and care givers were instructed to log roll procedures for the right patient's management for hygiene and mobilization after the hospital discharge. The patient X-ray examinations were conducted after CRC, at 40-60-90 days, 6 months and 1 year after trauma. Other radiological evaluations were made every year during the FU. After the first radiological evaluation at 40 days, the cast was removed and Jewett orthosis was prescribed to every patient till 90 days from trauma with a progressive weight-bearing. All patients underwent deep vein thrombosis (DVT) prophylaxis with low molecular weight heparin (LMWH).

Vertebral kyphosis (VK), segmental kyphosis (SK) and regional kyphosis angle (RK) were calculated on X-ray¹⁶. The ratio between posterior and anterior vertebral body called vertebral ratio (VR) was also calculated. Delta score was calculated as the difference between kyphosis (VK, SK, RK) and VR at the time of trauma and at follow up. Clinical evaluations were made with VAS scale, Oswestry disability index (ODI)¹⁷⁻¹⁸, Roland Morris disability questionnaire (RM)¹⁸ and short form 36 health survey (SF36)¹⁸. Time of hospitalization and time of return to work were also recorded. Two different operators, not involved in the study, performed radiological and clinical evaluation with the same radiological program (Synapse - Fujifilm). Mean value of the two calibrations was taken as valuable.

Statistical analysis

Clinical scores and radiological measures were reported as mean +/- standard deviation (SD). Student's t-test was used to assess differences using SPSS statistical. Level of significance was set at $p < 0.05$.

Results

Seventy-four patients were included in the study, 41 males (55.4%) and 33 females (44.6%).

The most common cause of trauma were road traffic accidents, resulting in 31 cases (42%), of those 5 (16%) patients were pedestrians. Falls were the second cause of fractures (28 cases, 38%) followed by sport related trauma (15 cases, 20%).

Two patients (2.70%) requested cast removal during the first days after procedure for intolerance and 8 patients (10.8%) were lost at FU. The final study population was composed by 64 patients, 39 males (61%) and 25 females (39%). Patients were aged from 15 to 45 years old (mean age 26.69 years \pm 6.32). We collected 26 (40.6%) type A1, 17 (26.6%) type A2 and 21 (32.8%) type A3 vertebral fractures (Fig. 1). Twelve (18.75%) fractures affected T12, 42 (65.63%) affected L1 and 10 (15.62%) affected L2. FU ranged from 24 to 48 months (mean 28.48 months \pm 5.16).

TLICS of patients included in the study ranged from 1 to 2. Demographic data were reported in Table I.

Radiographic results

Results of VK, SK, RK and VR are reported in Table II. We can appreciate a mean improvement in all parameters. VK, SK, RK and VR delta score were $-3.69^\circ\text{Cobb} \pm 4.24^\circ$, $-2.87^\circ\text{Cobb} \pm 3.08^\circ$, $-3.87^\circ\text{Cobb} \pm 6.05^\circ$ and -0.17 ± 0.3 respectively. A significant improvement of de-

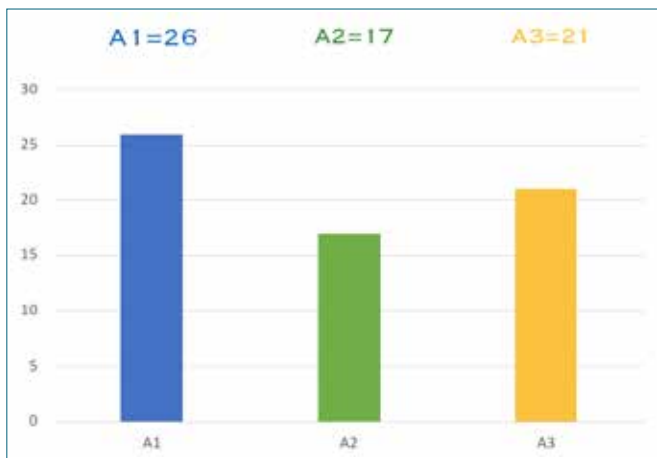


Figure 1. Results of fractures type involved in the study.

Table I. Patients' general data.

Patients (n)	64
Males (n)	39(61%)
Females (n)	25(39%)
Mean age	26.69(SD \pm 6.32)
Mean age(years) males	26.87(SD \pm 5.76)
Mean age(years) females	26.4(SD \pm 7.23)

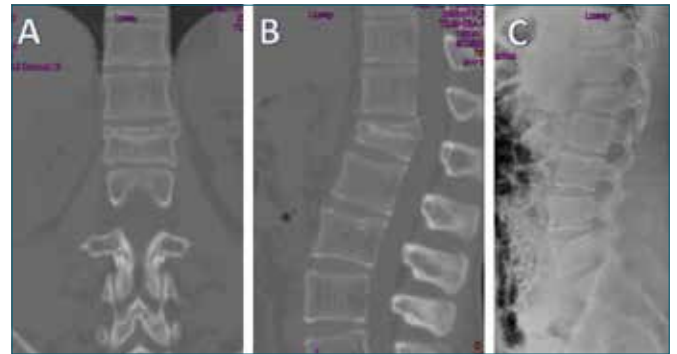


Figure 2. 18 years old male. Type A3 vertebral fracture of L1 at trauma.



Figure 3. 18 years old male. Type A3 vertebral fracture of L1 after CRC confectioning.

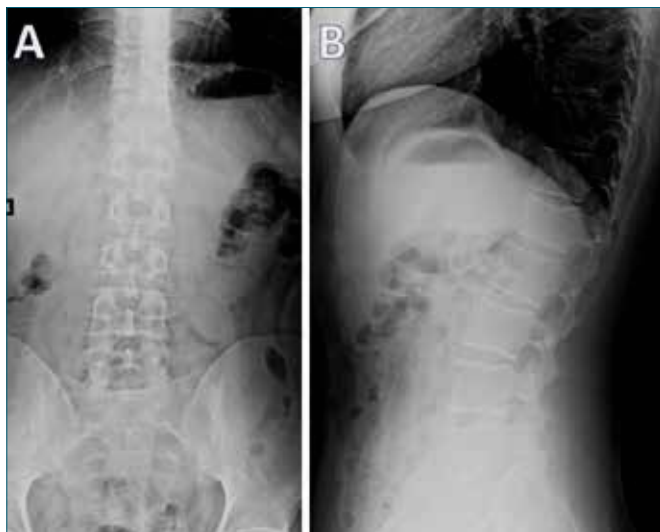
formity in VK ($p = 0.000013$), SK ($p = 0.000455$) and RK ($p = 0.000016$). No significative differences were observed for VR ($p = 0.26$) (Figg. 2-4) (Tab. II).

Clinical results

After CRC mean time of hospitalization was 3.75 ± 1.75 days. Only 1 patient remained for 10 days due to poor

Table II. VK,SK,RK and VR values at trauma, after CRC and at FU. In this table are reported Delta values of each and t-student test.

VK trauma (mean)	VK after CRC (mean)	VK at FU (mean)	Delta VK (mean)	Student t-test
10.87	7.37	7.37	-3.69	p < 0.05
SD ± 5.07	SD ± 3.14	SD ± 3.49	SD ± 4.24	
SK trauma (mean)	SK after CRC (mean)	SK at FU (mean)	Delta SK (mean)	Student t-test
10.25	6.25	7.37	-2.87	p < 0.05
SD ± 5.42	SD ± 3.51	SD ± 3.38	SD ± 3.08	
RK trauma (mean)	RK after CRC (mean)	RK at FU (mean)	Delta RK (mean)	Student t-test
3.62	-3.37	-1.25	-3.87	p < 0.05
SD ± 7.77	SD ± 3.18	SD ± 3.86	SD ± 6.05	
VR trauma (mean)	VR after CRC (mean)	VR at FU (mean)	Delta VR (mean)	Student t-test
1.38	1.21	1.21	-0.17	p > 0.05
SD ± 0.32	SD ± 0.16	SD ± 0.13	SD ± 0.3	

**Figure 4.** 8 years old male. Type A3 vertebral fracture of L1. at FU.

pain control. No cast syndrome occurred. At follow up VAS, Oswestry disability index, Roland Morris disability questionnaire and SF36 were submitted to all patients. The collected data revealed good clinical results. Mean VAS reported by patients was 1.36 ± 1.26 (range 0-3).

Other scores confirmed excellent results, with a mean ODI of $10.34\% \pm 0.05\%$ and a mean RM of 1.70 ± 1.72 . SF36 sections mean results were:

- vitality 80.43 ± 10.43 ;
- physical functioning 90.32 ± 11.51 ;
- bodily pain 86 ± 14.4 ;
- general health perceptions 81.01 ± 3.74 ;
- physical role functioning 86.67 ± 10.52 ;
- emotional role functioning 88.84 ± 16.09 ;
- social role functioning 78.73 ± 15.91 ;
- mental health 82.4 ± 15.66 .

We reported no DVT, decubitus, urinary tract infection or other complications during the treatment.

At the time of trauma 43 (67.2%) patients were employed. Thirty-seven (86%) of employed patients returned to work at 6 months after trauma. At FU, 39 (90.7%) of them returned to work, 3 (6.9%) had to change their task with one with less physical involvement while only 1(2.3%) was still unemployed at follow up.

Discussion

Radiographic examination revealed that the treatment we proposed can reach an excellent control of kyphosis deformity at 2 years follow up. From the trauma time to

CRC confectioning VK, SK and RK mean values reduced of 3.5°, 4° and 6.99° Cobb respectively. These results remained stable at FU and the delta score could explain better the radiographic results, as reported in Table II, while VR can explain mathematically the restoring of body height thank to reduction.

VR was maintained till the follow up with a height gain of 12.3%.

A lot of treatments were proposed for thoracolumbar fractures^{5-8 12 19-21} and the best treatment must be chosen taking in consideration: AO fractures classification, fracture dislocation, neurological status, patients' comorbidities and compliance. There are several authors supporting conservative treatment with reduction, as well as those reporting excellent results with fracture reduction and stabilization¹⁹⁻²². Cochrane collaboration in a recent work of Abudou²³, defined contradictory and insufficient the evidence found in literature to define which one between surgical and non-surgical treatment yields superior results, as already reported by van der Roer²⁴. In literature many studies observed an association between kyphotic deformity and low back pain after treatment²⁵⁻²⁷. Loss of correction seems to be the first complication of CRC and probably one of the main causes of recurrent back pain after vertebral fractures. Good reduction of kyphosis after CRC were reported by Tropiano²⁸, Wood²⁹ and Weninger³⁰; they observed very good kyphosis reduction but a loss of correction at follow up^{28 30}. Authors found a VK loss of 65-90% and an RK loss of 86.4-111%. In our study we did not have cases of loss of reduction; a possible explanation could be related to our protocol. Weight bearing was forbidden till the callus formation (40 days approximately). It's known that 80% of stresses pass through the anterior column of the spine, so we believe that weight bearing during before the complete callus formation could displace the reduced fragments and promote kyphosis development. After this period, the reduction could be considered stable; cast could be removed and then replaced with a Jewett orthosis till complete bone healing. This protocol, to our knowledge, differs from other described in literature.

We are aware that 1 months of complete bed resting may drive patients to some medical complications like DVT and decubitus, cast syndrome and urinary tract infection; otherwise in our series we have not observed them. However, it must be noted that patients included in our study are young, with good general status and no severe comorbidities.

Regarding pain and functional related outcomes our findings suggests that CRC is a valuable choice. Our VAS (1.36) is comparable to that of Wood and Bagga^{7 29}. ODI, SF-36 and RM are similar to those reported in litera-

ture^{7 28 29}. Comparing our results with current literature, we can appreciate that CRC has not inferior performances in clinical results than other conservative treatment protocols but it's important to underline a better control of deformity in medium long FU.

Finally, our study took in consideration the return to work of patients. Wood and Gnanenthiran^{29 31}, demonstrated, in long term FU studies, that not surgically treated patients were more engaged in full time occupation respect surgical treated one. Our results are in keeping with these authors confirming that our protocol can be feasible even for hard-workers. Ninety-one per cent of our patients returned to their original work at follow up while 4 out of 43 patients (employed at the moment of trauma) did not return to their original working task and only 1 was not employed at the FU. Eighteen patients were hard workers and only 3 had to change their working task with one less engaging.

Several limitations to our study must be acknowledged. First of all, the number of patients was limited. We were not able to contact all patients treated, so we have lost at follow up approximately 11% of them. The low number of patients, the retrospective nature of our analysis and the lack of a control group, may influence study results.

However closed reduction and cast treatment should be considered a reliable option as treatment in selected thoracolumbar fractures without spinal cord involvement. A correct fracture evaluation, patient compliance and motivation are essential in the choice of this kind of treatment.

References

- 1 Talic A, Kapetanovic J, Dizdar A. *Effects of conservative treatment for osteoporotic thoracolumbar spine fractures*. Mater Sociomed 2012;24:16-20. doi:10.5455/msm.2012.24.16-20.
- 2 Vaccaro RA, Oner C, Kepler CK, et al. *AOSpine Thoracolumbar spine injury classification system. Fracture description, neurological status, and key modifiers*. Spine 2013;38:2028-37.
- 3 Kraemer WJ, Schemitsch EH, Lever J, et al. *Functional outcome of thoracolumbar burst fractures without neurological deficit*. J Orthop Trauma 1996;10:541-4.
- 4 Denis F. *The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries*. Spine 1983;8:817-31.
- 5 Girardo M, Rava A, Fusini F, et al. *Different pedicle osteosynthesis for thoracolumbar vertebral fractures in elderly patients*. Eur Spine J. 2018 May 14. doi: 10.1007/s00586-018-5624-y.
- 6 Girardo M, Cinnella P, Gargiulo G, et al. *Surgical treatment of osteoporotic thoraco-lumbar compressive fractures: the*

- use of pedicle screw with augmentation PMMA. *Eur Spine J* 2017;26(Suppl 4):546-51. doi: 10.1007/s00586-017-5037-3. Epub 2017 Mar 21.
- 7 Bagga RS, Garegaonkar AB, Dahapute AA, et al. *Functional and radiological outcomes of thoracolumbar traumatic spine fractures managed conservatively according to Thoracolumbar Injury Severity Score*. *J Craniovertebr Junction Spine* 2017;8:369-73. doi: 10.4103/jcvjs.JCVJS_93_17.
 - 8 Bakhsheshian J, Dahdaleh NS, Fakurnejad S, et al. *Evidence-based management of traumatic thoracolumbar burst fractures: a systematic review of nonoperative management*. *Neurosurg Focus* 2014;37:E1.
 - 9 Aras EL, Bungler C, Hansen ES, et al. *Cost-effectiveness of surgical versus conservative treatment for thoracolumbar burst fractures*. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41:337-43.
 - 10 Vaccaro AP, Silber JS. *Posttraumatic spinal deformity*. *Spine* 2001;26:S111-8.
 - 11 Oda I, Cunningham BW, Buckley RA, et al. *Does spinal kyphotic deformity influence the biomechanical characteristics of the adjacent motion segment? An in vivo model study*. *Spine* 1999;24:2139-46.
 - 12 Siebenga J, Leferink VJ, Segers MJ, et al. *Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus non surgical treatment*. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31:2881-90.
 - 13 Boehler L. *Die Technik von Knochenbruchbehandlung*. 12.-13 Auflage. Wien: Wilhelm Maudrich 1951.
 - 14 Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al.; AOSpine Spinal Cord Injury & Trauma Knowledge Forum. *AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers*. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:2028-37. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.
 - 15 Sprague J. *Cast syndrome: the superior mesenteric artery syndrome*. *Orthop Nurs* 1998;17(4):12-5; quiz 16-7.
 - 16 Ulmar B, Brunner A, Guhring M, et al. *Inter-and intra observer reliability of vertebral, local and segmental kyphosis in 120 traumatic lumbar and thoracic burst fractures: evaluation in lateral X-rays and sagittal computed tomographies*. *Eur Spine J* 2010;19:558-66.
 - 17 Fairbank JCT, Pynsent PB. *The Oswestry Disability Index*. *Spine* 2000;25:2940-295.
 - 18 Guclu DG, Guclu O, Ozaner A, et al. *The relationship between disability, quality of life and fear-avoidance beliefs in patients with chronic low back pain*. *Turk Neurosurg* 2012;22:724-31. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.6156-12.1.
 - 19 Mumford J, Weinstein J, Spratt K, et al. *Thoracolumbar burst fractures: the clinical efficacy and outcome of nonoperative management*. *Spine* 1993;18:955-70.
 - 20 Bedbrook GM. *Treatment of thoracolumbar dislocation and fractures with paraplegia*. *Clin Orthop* 1975;112:27-43
 - 21 Denis F, Armstrong GW, Searls K, et al. *Acute thoraco-lumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment*. *Clin Orthop* 1984;189:142-9.
 - 22 Stadhouders A, Buskens E, Vergroesen DA, et al. *Nonoperative treatment of thoracic and lumbar spine fractures: a multicentre prospective randomized study of different treatment options*. *J Orthop Trauma* 2009;23:588-94.
 - 23 Abudou M, Chen X, Kong X, et al. *Surgical versus non-surgical treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit*. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;(6):CD005079. doi: 10.1002/14651858.CD005079.pub3.
 - 24 Van der Roer N, de Lange ES, Bakker FC, et al. *Management of traumatic thoracolumbar fractures: a systematic review of the literature*. *Eur Spine J* 2005;14:527-34. Epub 2005 Feb 3.
 - 25 Farcy JP, Veidenbaum M, Glassman S. *Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures*. *Spine* 1990;15:958-65.
 - 26 Domenicucci M, Preite R, Ramieri A, et al. *Thoracolumbar fractures without neurological involvement: surgical or conservative treatment?* *J Neurosurg Sci* 1996;40:1-10.
 - 27 Oner FC, van Gils AP, Faber JA, et al. *Some complications of common treatment schemes of thoracolumbar spine fractures can be predicted with magnetic resonance imaging*. *Spine* 2002;27:629-36.
 - 28 Tropiano P, Huang RC, Louis CA, et al. *Functional and radiographic outcome of thoracolumbar and lumbar burst fractures managed by closed orthopaedic reduction and casting*. *Spine (Phila Pa 1976)* 2003;28:2459-65.
 - 29 Wood KB, Buttermann GR, Phukan R, et al. *Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit: a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years*. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97:3-9. doi: 10.2106/JBJS.N.00226.
 - 30 Weninger P, Schultz A, Hertz H. *Conservative management of thoracolumbar and lumbar spine compression and burst fractures: functional and radiographic outcomes in 136 cases treated by closed reduction and casting*. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:207-19.
 - 31 Gannenthiran SR, Adie S, Harris IA. *Nonoperative versus operative treatment for thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a meta-analysis*. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:567-77. doi: 10.1007/s11999-011-2157-7. Epub 2011 Nov 5.

M. Formica
A. Zanirato
L. Mosconi
E. Quarto
L. Felli

Clinica Ortopedica e Traumatologica,
Ospedale Policlinico San Martino, Genova

Trattamento chirurgico mini invasivo delle fratture vertebrali traumatiche

Minimally invasive surgical treatment of traumatic vertebral fractures

Riassunto

Introduzione. Il trattamento chirurgico delle fratture vertebrali traumatiche comprende l'utilizzo di tecniche mininvasive di augmentation vertebrale. I sistemi più recenti consentono la riduzione anatomica della frattura e la successiva cementazione permette il conseguimento di una stabilità primaria. Presentiamo la nostra esperienza con un sistema di riduzione ad espansione cranio caudale nel trattamento delle fratture traumatiche toraco-lombari.

Materiali e metodi. Revisione retrospettiva della casistica di fratture vertebrali traumatiche del tratto toraco-lombare trattate con sistema di augmentation ad espansione cranio caudale con un follow up (FU) minimo di 6 mesi. La valutazione clinica è stata condotta con la Visual Analog Scale (VAS) e l'Oswestry Disability Index (ODI). La valutazione radiologica è stata eseguita mediante la misurazione della cifosi segmentale e angolare.

Risultati. 36 fratture vertebrali toraco-lombari in 34 pazienti (età media $52,1 \pm 7,1$) sono state incluse nell'analisi con un FU medio di $24,8 \pm 10,3$ mesi. Dal punto di vista clinico si è riscontrato un significativo miglioramento della sintomatologia dolorosa e della disabilità. La cifosi segmentale e angolare pre-operatorie risultavano essere di $15,1^\circ \pm 4,2^\circ$ e $19,1^\circ \pm 8,2^\circ$ rispettivamente. In seguito all'intervento, si è ottenuta una riduzione a $3,2^\circ \pm 2,5^\circ$ di cifosi segmentale e di $2,7^\circ \pm 2,2^\circ$ di cifosi angolare, senza perdite di correzione statisticamente significative ($p > 0,05$) all'ultimo FU. Non si sono verificate complicanze peri-operatorie e a lungo termine.

Discussione e conclusioni. Il ripristino di un'adeguata biomeccanica vertebrale e una valida stabilizzazione della frattura consentono una efficace riduzione del dolore e della disabilità nell'immediato postoperatorio. La ricostruzione della colonna anteriore permette inoltre il ripristino del fisiologico allineamento sagittale prevenendo l'insorgenza di deformità post-traumatiche e di nuove fratture vertebrali. La possibilità di eseguire la procedura in anestesia locale con blanda sedazione, un breve tempo chirurgico e le ridotte perdite ematiche consentono la riduzione del tasso di complicanze peri-operatorie.

Parole chiave: fratture vertebrali traumatiche toracolombari, augmentation vertebrale, dispositivo ad espansione craniocaudale, risultati, complicanze

Summary

Introduction. Surgical treatment of traumatic vertebral fractures involves minimally invasive vertebral augmentation techniques. The most recent devices allow precise reduction and successive fixation that guarantees primary stability. We present our results using a craniocaudal expanded system for vertebral augmentation.

Materials and methods. A retrospective review of thoracolumbar vertebral fractures treated with cranio-caudal vertebral augmentation device with a minimum follow up (FU) of 6 months. Clinical evaluation was performed using Visual Analog Scale (VAS) and Oswestry Disability Index (ODI). Radiologic evaluation involved the measuring of segmental and angular kyphosis.

Results. 36 thoracolumbar traumatic vertebral fractures in 34 patients (mean age 52.1 ± 7.1) were included. Mean FU was 24.8 ± 10.3 months. Clinical evaluation showed a significant improvement in pain and disability. Segmental and angular kyphosis improved from preoperative values of $15.1^\circ \pm 4.2^\circ$ and $19.1^\circ \pm 8.2^\circ$ to postoperative values of $3.2^\circ \pm 2.5^\circ$ and $2.7^\circ \pm 2.2^\circ$ respectively. There was no loss of reduction ($p > 0.05$) and no record of perioperative complications at the end of FU.

Indirizzo per la corrispondenza:

Matteo Formica

Clinica Ortopedica e Traumatologica,
Ospedale Policlinico San Martino, I.go
Rosanna Benzi 10, Genova
matteo.formica@unige.it

Discussion and conclusions. *The restoration of a proper vertebral biomechanics and the stable fixation allow a significant pain and disability reduction in the immediate postoperative period. The reconstruction of the anterior column permits the restoration of the correct sagittal balance preventing post traumatic deformities and subsequent vertebral fractures. The advantages of this procedure are the possibility of performing the vertebral augmentation in local anesthesia, a reduced surgical time and little blood losses.*

Key words: *traumatic thoracolumbar vertebral fractures, vertebral augmentation, expandable craniocaudal device, results, complications*

Introduzione

Le fratture vertebrali costituiscono una patologia estremamente diffusa a livello mondiale, tanto che l'incidenza stimata risulta essere di circa 1,4 milioni per anno ¹. Di queste, le fratture del tratto toraco-lombare sono le fratture più frequenti che avvengono a carico della colonna vertebrale, ed in particolare i livelli in assoluto più colpiti risultano essere T12 e L1, a seguire, L2 e L3 e infine T7-T9 e L4 ².

L'incidenza risulta essere più alta nella popolazione maschile rispetto a quella femminile prima dei 50-55 anni, e nella maggior parte di questi casi si tratta di fratture conseguenti a traumi diretti od indiretti a carico della colonna vertebrale ³. In una percentuale variabile dal 20% al 36 %, questi pazienti sono affetti da deficit neurologici consequenziali alle fratture: tuttavia, anche nei casi in cui questi non sussistono, possono instaurarsi dolore cronico e limitazioni funzionali ⁴. La scelta della migliore opzione terapeutica per questo tipo di fratture risulta ancora controversa e, almeno per quanto concerne le lesioni amieliche, il dibattito si focalizza sull'optare per un trattamento conservativo oppure per uno chirurgico ⁵.

Le opzioni chirurgiche comprendono tecniche open di stabilizzazione con viti peduncolari ⁶, con eventuale utilizzo di viti intermedie ⁷, e tecniche mini-invasive che prevedono l'utilizzo di cemento di polimetilmetacrilato (PMMA). Tra queste, una delle metodiche più recenti per la riduzione e cementazione delle fratture vertebrali è il sistema SpineJack (Vexim SA, Balma, France), un sistema di augmentation vertebrale di terza generazione che prevede l'utilizzo di due dispositivi ad espansione cranio-caudale in lega di titanio, che vengono inseriti tramite dei miniaccessi cutanei nel corpo vertebrale per via transpeduncolare. Riportiamo la nostra casistica con l'utilizzo di questa tecnica per i pazienti affetti da fratture vertebrali traumatiche.

Materiali e metodi

Trentaquattro pazienti affetti da fratture vertebrali traumatiche trattati da gennaio 2013 a gennaio 2018 sono stati inclusi in un'analisi retrospettiva: due pazienti sono stati sottoposti ad augmentation su due differenti livelli vertebrali. Sono stati inclusi pazienti con lesioni traumatiche a carico del tratto toraco-lombare, senza segni di lesioni mieliche, trattati con il sistema SpineJack.

La distribuzione demografica della popolazione è risultata costituita da 22 uomini (64,7 %) e 12 donne (35,3%), con un'età media di $52,1 \pm 7,1$ anni, il BMI medio $25,8 \pm 6,3$ kg/m².

Delle 36 fratture trattate, 22 erano fratture tipo A1 secondo la classificazione AO ⁸, 6 tipo tipo A2, 10 tipo A3. Il follow up minimo è stato di 6 mesi.

Sono stati esclusi pazienti con fratture mieliche, fratture patologiche, lesioni della banda di tensione posteriore (tipo B1) che hanno determinato la necessità di effettuare una stabilizzazione con viti peduncolari e barre posteriori. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a valutazione radiografica preoperatoria tramite Rx in due proiezioni (Fig. 1) e TC del segmento toraco-lombare (Fig. 2), e a una rivalutazione clinica e radiografica a 1, 3, 6 e 12 mesi.

I parametri radiologici utilizzati sono stati la cifosi segmentale e quella angolare, calcolati secondo il metodo di Cobb sulle radiografie in proiezione laterolaterale ⁹.

Il dolore preoperatorio e il grado di disabilità determinati dalla frattura sono stati valutati rispettivamente usando la Visual Analogue Scale (VAS) e l'Oswestry Disability Index (ODI) in versione italiana ¹⁰.

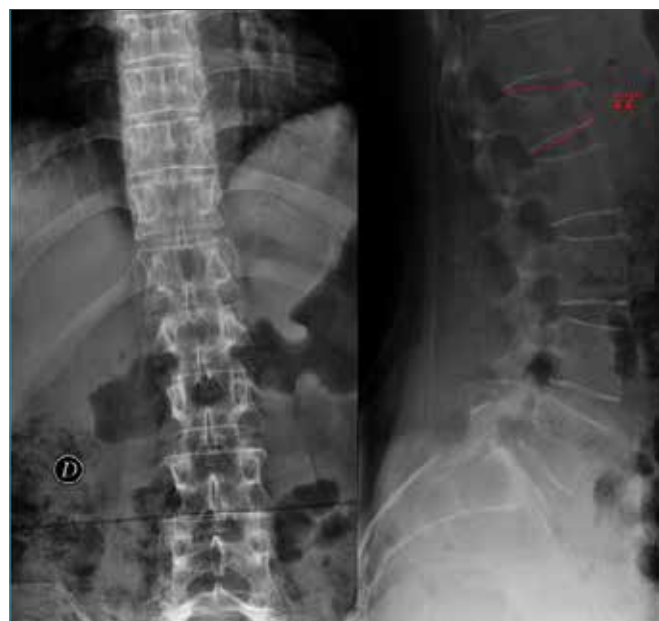


Figura 1. RX preoperatorio.



Figura 2. TC preoperatorio.

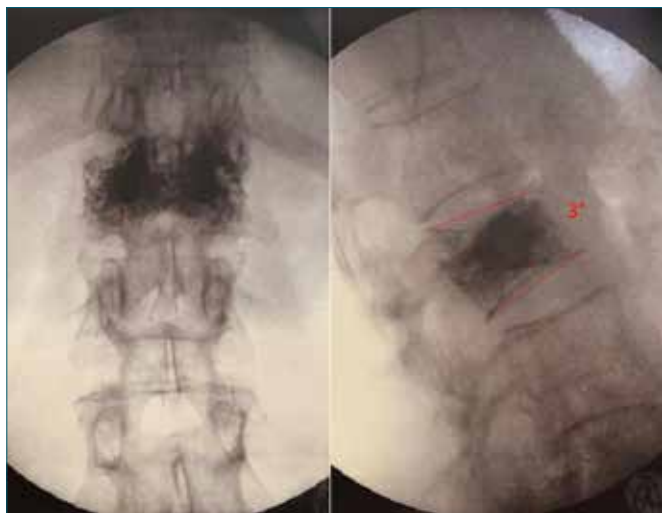


Figura 3. Controllo scopico intraoperatorio.

Il livello più colpito è risultato essere L1 (n = 20), a seguire T12 (n = 9) e L2 (n = 7).

Nel 75% dei casi (n = 27) le fratture sono risultate come conseguenti a cadute dall'alto, nei casi rimanenti (n = 9) erano correlate ad incidenti stradali.

La procedura chirurgica è stata effettuata in anestesia locale con blanda sedazione, tramite due miniaccessi cutanei realizzati con ausilio di repere fluoroscopico. La preparazione del corpo vertebrale, il posizionamento dei dispositivi ad espansione e la cementazione sono avvenuti per via transpeduncolare, ed il corretto posizionamento del device è stato controllato radiosopicamente durante ogni fase dell'intervento (Fig. 3).

Risultati

Dei 34 pazienti analizzati, tutti hanno completato il fol-

Tabella I.

	VAS	ODI
Preoperatorio	8,6 ± 1,1	60,4 ± 10,8
Postoperatorio	3,4 ± 1,3	19,8 ± 8,1
p	< 0,05	< 0,05

Tabella II.

	Cifosi segmentale	Cifosi angolare
Preoperatorio	15,1° ± 4,2°	19,1° ± 8,2°
Postoperatorio	3,2° ± 2,5°	2,7 ± 2,2°
Ultimo FU	3,5° ± 2,7°	2,9° ± 2,4°

low-up ad almeno 6 mesi. Il follow up medio è stato di 24,8 ± 10,3 mesi.

Non si sono verificato complicanze perioperatorie e a lungo termine quali sanguinamento, stravasamento del cemento, insorgenza di deficit neurologici, infezioni del sito chirurgico.

Già nell'immediato periodo post operatorio si sono riscontrati un significativo miglioramento della sintomatologia dolorosa e della disabilità (Tab. I).

Per quanto riguarda i parametri radiologici, è stata osservata una riduzione della cifosi segmentale ed angolare statisticamente significativa (p < 0,05), la quale si è mantenuta al follow up (Tab. II, Fig. 4).

Discussione

Lo studio è volto ad analizzare i risultati clinico-radiografici dell'utilizzo di un dispositivo di augmentation vertebrale di terza generazione nelle fratture toracolombari traumatiche.

Come evidenziato da Rotter et al.¹¹, sebbene le tecniche di cifoplastica consentano in un primo momento un'adeguata decompressione del corpo vertebrale, la fase di rimozione del palloncino e cementazione può esitare in una perdita parziale della riduzione ottenuta. L'utilizzo di un dispositivo quali lo SpineJack, che prevede una riduzione in senso cranio-caudale della frattura del corpo vertebrale mediante una gabbia in titanio che viene poi lasciata *in situ*, si è dimostrato efficace nell'ottenimento di una corretta altezza vertebrale e successiva cementazione della lesione. Al contrario della cifoplastica, le tecniche di augmentation di terza generazione permettono di agire monodirezionalmente direttamente sull'altezza vertebrale, e quindi di andare a ridurre primariamente la cifosi angola-



Figura 4. Controllo sesto mese.

re. La successiva fase di cementazione ha come obiettivo quello di dare una stabilità primaria al device^{12 13}.

In accordo con quanto evidenziato in studi cadaverici, Noriega et al.¹⁴ sottolineano che la riduzione e la stabilizzazione ottenute in pazienti affetti da fratture vertebrali osteoporotiche trattati con SpineJack risultino essere mantenute ad un follow up medio superiore ai 37 mesi, con risultati già nell'immediato postoperatorio significativamente superiori alle tecniche di cifoplastica.

Conclusioni

Le tecniche di augmentation vertebrale di terza generazione rappresentano un'alternativa sicura ed efficace per il trattamento delle fratture vertebrali traumatiche. La possibilità di effettuare la procedura chirurgica in anestesia locale, la mini-invasività degli accessi chirurgici con conseguente minimizzazione delle perdite ematiche consentono una riduzione delle complicanze peri-operatorie e del periodo di ospedalizzazione.

Il ripristino di un'adeguata biomeccanica vertebrale con

la riduzione della cifosi sia segmentale che angolare determinate dalla frattura e la valida stabilizzazione ottenute consentono di ridurre sia la sintomatologia dolorosa che la disabilità nell'immediato periodo postoperatorio. Inoltre, la riduzione del malallineamento sagittale riduce il rischio di deformità post-traumatiche e l'insorgenza di nuove fratture.

Bibliografia

- 1 Johnell O, Kanis JA. *An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures.* Osteoporos Int 2006;17:1726-33.
- 2 Van der Klift M, De Laet CE, McCloskey EV, et al. *The incidence of vertebral fractures in men and women: the Rotterdam Study.* J Bone Miner Res 2002;17:1051-6.
- 3 Schousboe JT. *Epidemiology of vertebral fractures.* J Clin Densitom 2016;19:8-22.
- 4 Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al. *A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries.* Eur Spine J 1994;3:184-201.
- 5 Oh T, Scheer JK, Fakurnejad S, et al. *Minimally invasive spinal surgery for the treatment of traumatic thoracolumbar burst fractures.* J Clin Neurosci 2015;22:42-7.
- 6 Canbek U, Karapinar L, Imerci A, et al. *Posterior fixation of thoracolumbar burst fractures: is it possible to protect one segment in the lumbar region?* Eur J Orthop Surg Traumatol 2014;24:459-65.
- 7 Formica M, Cavagnaro L, Basso M, et al. *Which patients risk segmental kyphosis after short segment thoracolumbar fracture fixation with intermediate screws?* Injury 2016;47(Suppl 4):S29-S34.
- 8 Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, et al. *AOSpine Classification Systems (Subaxial, Thoracolumbar).* J Orthop Trauma 2017;31:S14-S23.
- 9 Keynan O, Fisher CG, Vaccaro A, et al. *Radiographic measurement parameters in thoracolumbar fractures: a systematic review and consensus statement of the Spine Trauma Study Group.* Spine J 2006;31:E156-E165.
- 10 Monticone M, Baiardi P, Ferrari S, et al. *Development of the Italian version of the Oswestry Disability Index (ODI-I): a cross-cultural adaptation, reliability, and validity study.* Spine J 2009;34:2090-5.
- 11 Rotter R, Schmitt L, Gierer P, et al. *Minimum cement volume required in vertebral body augmentation - a biomechanical study comparing the permanent SpineJack device and balloon kyphoplasty in traumatic fracture.* Clin Biomech 2015;30:720-5.
- 12 Krüger A, Oberkircher L, Figiel J, et al. *Height restoration of osteoporotic vertebral compression fractures using different intravertebral reduction devices: a cadaveric study.* Spine J 2015;15:1092-8.
- 13 Krüger A, Baroud G, Noriega DC, et al. *Height restoration*

and maintenance after treating unstable osteoporotic vertebral compression fractures by cement augmentation is dependent on the cement volume used. Clin Biomech 2013;28:725-30.

- ¹⁴ Noriega DC, Rodriguez-Monsalve F, Ramajo R, et al. *Long-term safety and clinical performance of kyphoplasty and SpineJack® procedures in the treatment of osteoporotic ver-*

tebral compression fractures: a pilot, monocentric, investigator-initiated study. Osteoporos Int 2019;30:637-45.

- ¹⁵ Noriega DC, Ramajo RH, Lite IS, et al. *Safety and clinical performance of kyphoplasty and SpineJack® procedures in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: a pilot, monocentric, investigator-initiated study. Osteoporos Int 2016;27:2047-55.*

A. Colozza¹
C. Galavotti²
M. Cavaciocchi

¹ U.O. Ortopedia e Traumatologia -
Ospedale degli Infermi Faenza; ² Clinica
Ortopedica - Azienda Ospedaliero
Universitaria Parma

Esiti rigidi di ORIF: mobilizzazione in narcosi vs artroli open

Elbow stiffness after ORIF: narcosis manipulation vs open arthrolysis

Riassunto

La rigidità di gomito è una patologia molto frequente soprattutto dopo eventi traumatici. E' stata classificata da Morrey in estrinseca, intrinseca e mista. Esistono fattori influenti la comparsa di rigidità e comportamenti sia intra che post operatori atti a prevenirla. La clinica e un adeguato studio sia TAC che RMN sono fondamentali per distinguere tra "rigidità elastica" e "rigidità meccanica". La mobilizzazione in narcosi è una procedura da riservare a casi ben selezionati e nelle adeguate tempistiche. L'artroli open è una procedura che generalmente utilizziamo in associazione a rimozione di mezzi di sintesi e ossificazioni eterotopiche. Nella nostra pratica clinica preferiamo eseguire un'artroli mista, artroscopica e mini-open.

Parole chiave: rigidità, mobilizzazione, artroli, ossificazioni eterotopiche

Summary

Elbow stiffness is a very common condition especially after traumatic events. It was classified by Morrey in extrinsic, intrinsic and mixed. There are factors influencing the appearance of rigidity and behavior both intra and post operative to prevent it. Clinic examination and an adequate imaging evaluation, TAC and MRI, are fundamental to distinguish between "elastic rigidity" and "mechanical rigidity". The narcosis manipulation is a procedure for selected cases and in the appropriate timing. Open arthrolysis is a procedure that we generally use in association with implant removal and asportation of heterotopic ossifications. In our clinical practice we prefer to perform a mixed arthrolysis, arthroscopic and mini-open.

Key words: stiffness, manipulation, arthrolysis, heterotopic ossification

Il gomito è un'articolazione che, rispetto ad altre, è maggiormente predisposta alla rigidità. Questa è una condizione che spesso compare in seguito a traumi, con generalmente una gravità proporzionale all'entità del trauma. In particolare è stato dimostrato associarsi nel 20% di lussazioni semplici, nel 30% di fratture semplici e fino al 38% di fratture-lussazioni ¹.

La rigidità di gomito è stata classificata da Morrey ² in 3 classi:

- estrinseca: dovuta alla retrazione dei tessuti molli (cute, capsula, legamenti, muscoli) e/o alla comparsa di ossificazioni eterotopiche;
- intrinseca: dovuta ad alterazioni delle superfici articolari (incongruenza, artrosi post-traumatica);
- mista, la più frequente.

La presenza di ossificazioni eterotopiche e l'eventuale associazione a limitazione del range of motion (ROM) è stata classificata in 3 tipi ³:

- tipo I: ossificazioni senza limitazione funzionale;
- tipo II: ossificazioni con limitazione in flessione-estensione (IIA), in prono-supinazione (IIB), di entrambe (IIIC);
- tipo III: anchilosi.

Di fronte a un gomito rigido è importante analizzare tutti i fattori influenti: innanzi tutto la gravità del trauma, l'eventuale associazione a trauma cranico e l'interessamento nervoso periferico. In particolare nel gomito, a causa della stretta vicinanza tra l'articolazione e i nervi, il coinvolgimento nervoso può portare a formazione

Indirizzo per la corrispondenza:

Cristina Galavotti
galavotticristina@gmail.com
Alex Colozza
alex.colozza@gmail.com

di ossificazioni eterotopiche con un meccanismo neuro-mediato (il nervo ulnare è quello più frequentemente interessato). Di fondamentale importanza è l'adeguato trattamento chirurgico a cui deve seguire, se possibile, una rapida mobilizzazione e un protocollo riabilitativo intenso, con paziente collaborante. Infine esiste una predisposizione individuale (su base genetica) alla rigidità.

Negli anni, con l'esperienza chirurgica, sono stati sviluppati e dimostrati efficaci alcuni comportamenti sia intra-operatori che post utili nella prevenzione della comparsa della rigidità.

Innanzitutto durante l'intervento è imperativo ricercare una riduzione anatomica (prevenzione della rigidità intrinseca), essere il più rispettosi possibili delle parti molli, eseguire un'accurata emostasi e posizionare più drenaggi intra-articolari. È utile nell'immediato post-operatorio confezionare stecche di protezione nelle prime 48 h con arto in scarico venoso al fine di facilitare la diminuzione dell'edema e della tumefazione. A tal proposito è nostra consuetudine associare una terapia cortisonica qualora ci sia un'importante reazione infiammatoria e tumor del gomito. Già durante il ricovero è possibile iniziare una fisioterapia precoce mediante utilizzo di kinetec, da associare poi nei giorni successivi, ad eventuali tutori articolati che consentono la flessione-estensione e la pronosupinazione protetta del gomito. Infine ormai avvalorata anche nella chirurgia del gomito, così come in quella dell'anca, la prevenzione farmacologica delle ossificazioni eterotopiche con Indometacina o inibitori selettivi della COX-2, da iniziare entro le 24 h dall'intervento o dall'eventuale trauma e da prolungarsi non oltre le 3 settimane.

Il primo step per comprendere se un gomito rigido necessita di un intervento chirurgico è la clinica. Visitando il paziente bisogna capire se ha dolore (generalmente segno di una degenerazione artrosica o di una non congruenza articolare), valutare il ROM e quale sia la sua reale disabilità percepita. Analizzare la presenza di eventuali neuropatie soprattutto dell'ulnare, testare la stabilità del gomito e cercare di capire la causa della rigidità, specialmente se si tratta di una "rigidità elastica" o di una "rigidità meccanica".

Eseguiamo quindi un approfondimento diagnostico con radiografie, TAC con finestra per tessuti molli (importante per la valutazione della componente ossea, corpi mobili, osteofiti, ossificazioni eterotopiche) e RMN (studio legamenti, muscoli, nervi).

Le opzioni di trattamento sono:

- 1 trattamento incruento;
- 2 mobilizzazione in narcosi;
- 3 artrolisi artroscopica;
- 4 artrolisi open;
- 5 artroplastiche di interposizione;
- 6 chirurgia protesica.

Il trattamento incruento può trovare indicazione qualora l'anatomia sia conservata, con rigidità articolare di grado moderato, entro i 4 mesi dal trauma e in assenza di ossificazioni eterotopiche. In tal caso ci deve essere un programma riabilitativo intenso, ma senza sedute estremamente aggressive (soprattutto nel primo periodo) che possono causare un aumento del dolore, dell'edema e dell'infiammazione. Deve esserci una compliance del paziente, con integrazione di sedute autogestite sia attive che passive. La chinesio terapia deve essere associata all'utilizzo di tutori statici progressivi e/o dinamici; è possibile anche il posizionamento di splint notturni in estensione confezionati in base alle esigenze di recupero. Esiste infine un tutore statico progressivo (turnbuckle), ottimo per recuperare 25-40° laddove le precedenti terapie hanno fallito⁴. La mobilizzazione in narcosi è una procedura che va riservata a casi ben selezionati, ossia pazienti complianti con "rigidità elastica" non strutturata, con margine di recupero. È preferibile eseguire la manovra in sala operatoria o eventualmente in pre-sala, con blocco plessico e paziente vigile in modo che abbia la percezione visiva del margine di miglioramento del ROM. Utile il mantenimento di un cateterino perineurale per almeno 24 h al fine di permettere movimenti forzati dopo la manovra, in assenza di dolore. In alternativa, in mancanza di una collaborazione anestesiológica, si esegue la manovra in narcosi e si immobilizza il gomito per 24 h nella massima posizione recuperata dalla manovra (generalmente in massima estensione).

Nella nostra esperienza pratichiamo la mobilizzazione in narcosi esclusivamente a 6-8 settimane di distanza da intervento di artrolisi open o artroscopica (post-traumatica o artrosica) al fine di recuperare quei gradi di movimento persi nel post-operatorio.

Abbiamo progressivamente abbandonato l'esecuzione della mobilizzazione in narcosi post-trauma, routinariamente o come prima opzione di trattamento, per fratture provocate dalla manovra stessa costringendoci a sottoporre il paziente a un secondo intervento di riduzione e sintesi.

In particolare riportiamo due casi: il primo una frattura sovracondiloidea, trattata con doppia placca, in gomito rigido per esiti frattura transolecranica (Figg. 1A, B) e il secondo frattura di olecrano, trattata con placca, in gomito rigido per esiti di Terrible-Triad.

L'artrolisi open è una procedura che generalmente utilizziamo quando è necessario rimuovere mezzi di sintesi o asportare ossificazioni eterotopiche. A tal proposito è fondamentale studiare mediante TAC (con finestra per i tessuti molli) la localizzazione delle ossificazioni eterotopiche e in particolare il loro rapporto con:

- nervi;
- legamenti;
- cute.



Figura 1. A) frattura sovracondiloidea in seguito a mobilizzazione in narcosi in gomito rigido esiti di frattura transolecranea; B) nuova sintesi con doppia placca.

Nella nostra pratica clinica preferiamo eseguire l'artrolisi artroscopica o eventualmente una procedura mista artroscopica nel comparto anteriore e mini-open per quello posteriore. Esistono tuttavia delle controindicazioni relative e assolute che costringono a indirizzarci verso un approccio open⁵.

In particolare per quanto riguarda i nervi è ovvio che il coinvolgimento nervoso o la stretta vicinanza dell'ossificazione con il nervo ci orienta verso un approccio open. È nostra usanza, per un miglior planning pre-operatorio, effettuare una neuro-ecografia e una valutazione elettromiografica. L'anteposizione del nervo ulnare rappresenta per noi una controindicazione relativa all'artroscopia, tuttavia eseguiamo un isolamento del nervo come primo step chirurgico. La presenza di ossificazioni eterotopiche nel contesto dei legamenti è generalmente segno di una loro rottura e tentativo biologico di riparazione. In tal caso la rimozione dell'ossificazione comporta anche l'asportazione del legamento, gesto da effettuare mediante un'artrolisi open e da accompagnare a eventuale ricostruzione del legamento con tendine autologo o di banca se il gomito diventa instabile.

Infine l'aderenza delle ossificazioni alla cute esclude l'artrolisi artroscopica.

L'artrolisi open può essere eseguita esclusivamente in assenza di una marcata degenerazione artrosica articolare. Infatti, in presenza di artrosi con danno della superficie articolare e dolore, in paziente giovane (generalmente < 55-60 anni), attivo, l'artrolisi viene generalmente associata a un secondo tempo chirurgico rappresentato dall'artroplastica d'interposizione.

Viceversa in pazienti anziani (> 65 anni) con basse richieste funzionali, in presenza di grave artrosi e deformità articolare l'orientamento chirurgico è rappresentato dalla sostituzione protesica.

Da un punto di vista del timing, di solito si esegue l'artrolisi dopo almeno 7 mesi dal trauma. In riferimento all'asportazione delle ossificazioni eterotopiche (sia open che artroscopico) la letteratura è concorde sulla loro rimozione nella fase matura, quindi dopo almeno 6 mesi dal trauma; tuttavia esiste una nuova corrente di pensiero di asportazione precoce delle ossificazioni a circa 3 mesi. Questo comporta un vantaggio importante, ossia la maggior facilità chirurgica: infatti è più semplice trovare il piano di clivaggio tra ossificazione e tessuti molli o osso circostante e la consistenza "più soffice" del materiale facilita i gesti chirurgici. Tutto ciò ha portato a shiftare la nostra indica-

zione chirurgica verso un'artrolisi artroscopica precoce con asportazione delle ossificazioni eterotopiche.

È attualmente in fase di discussione l'eventuale ricomparsa delle ossificazioni dopo loro rimozione precoce, anche se non esiste ancora evidenza scientifica.

L'artrolisi open va pianificata in base al tipo di rigidità e al range di movimento da recuperare. È possibile accedere tramite la lateral column procedure sia al comparto anteriore che posteriore staccando in parte gli epicondiloidei, il braccio-radiale ed effettuando una capsulotomia. Talvolta è necessario associare una medial column procedure, con isolamento del nervo ulnare, disinserzione dei flessori-pronatori, capsulotomia, fino eventualmente al distacco della banda posteriore del legamento collaterale mediale.

La nostra preferenza chirurgica è generalmente un'artrolisi artroscopica nei casi di rigidità non severa. Tale procedura ci permette di rimuovere osteofiti, ossificazioni, corpi mobili, minimi mezzi di sintesi, di effettuare capsulotomia, capsulectomia, OK-procedure (Outerbridge-Kashiwagi procedure) e OCA (osteocapsular arthroplasty).

Il primo step chirurgico è sempre rappresentato dall'isolamento del nervo ulnare mediante una minima incisione, quindi lavoriamo nel comparto anteriore e successivamente in quello posteriore e postero-laterale.

Nei casi complessi di rigidità più severa, preferiamo effettuare un'artrolisi mista, artroscopica per la parte anteriore utilizzando anche tutto il tempo a disposizione di laccio ischemico e dopo un rapido look nella parte posteriore e soprattutto postero-laterale, eseguiamo un'artrolisi mini-open posteriore attraverso l'accesso effettuato per l'isolamento del nervo ulnare.

Bibliografia

- 1 King GJW, Faber KJ. *Posttraumatic elbow stiffness*. Clin Orthop North Am 2000;31:129-43.
- 2 Morrey BF. *Posttraumatic contracture of the elbow*. J Bone Joint Surg Am 1990;72:601-18.
- 3 Hasthings H, Graham TJ. *The classification and treatment of heterotopic ossification about the elbow and forearm*. Hand Clin 10: 417-37.
- 4 JJ Gelinias, KJ Faber, SD Patterson, et al. *The effectiveness of turnbuckle splinting for elbow contractures*. J Bone Joint Surg Br 2000;82:74-8.
- 5 SW O'Driscoll. *The arthroscopic treatment of the stiff elbow*. In *The Arthroscopic Treatment of the Stiff Elbow*. Springer-Verlag Italia 2008.

E. Bellato^{1,2}
I. Zorzolo²
F. Castoldi^{1,2}

¹ Ospedale San Luigi Gonzaga, Università degli Studi di Torino, Orbassano (TO);

² Università degli Studi di Torino

Le complicanze delle fratture coronali da taglio dell'omero distale e il loro trattamento

Complications of coronal shear fractures of the distal humerus and their treatment

Riassunto

Le fratture coronali da taglio dell'omero distale sono lesioni rare per le quali non è stato ancora raggiunto un consenso sul loro trattamento. Questo espone a un maggior rischio di complicanze come la pseudoartrosi, il fallimento della sintesi e la necrosi avascolare. In generale il trattamento è gravato da complicazioni comuni alla chirurgia dei traumi del gomito quali rigidità articolare, formazione di ossificazioni eterotopiche, artrosi post-traumatica, infezioni e neuropatia ulnare.

Parole chiave: gomito, fratture coronali da taglio, complicanze

Summary

Coronal shear fractures of the distal humerus are rare. No consensus has been reached on their treatment so far. This entails a greater risk of complications such as nonunion, loss of fixation and avascular necrosis. Treatment is burdened by the complications common to traumatic elbow surgery such as joint stiffness, heterotopic ossifications, post-traumatic arthritis, infections and ulnar neuropathy.

Key words: elbow, coronal shear fractures, complications

Introduzione

Le fratture coronali da taglio dell'omero distale possono interessare il *capitulum humeri*, la troclea o entrambi. Le fratture isolate del *capitulum* rappresentano l'1% di tutte le fratture del gomito e dal 3 al 6% delle fratture dell'omero distale. Le fratture isolate della troclea si verificano ancor più raramente. Più comunemente le fratture interessano entrambi ¹. La frattura del capitello radiale o la lesione del legamento collaterale laterale sono associate fino al 60% dei casi ².

Frequentemente si verificano in seguito a traumi indiretti a bassa energia. La frattura può essere conseguenza della trasmissione diretta della forza di compressione dal capitello radiale al *capitulum* oppure può conseguire a una sub-lussazione postero-laterale in cui, durante la fase di riduzione, il *capitulum* e parte della troclea possono essere "decapitati" dal capitello e dalla coronoide ³.

Classificazioni

Sono stati descritti in letteratura diversi sistemi di classificazione: secondo Bryan-Morrey ², secondo Dubberley ⁴ e secondo Ring-Jupiter ⁵.

Classificazione di Bryan-Morrey ²

La classificazione di Bryan-Morrey si concentra sulle le fratture isolate del *capitulum humeri*, suddividendole in 4 tipi:

- Tipo I o frattura secondo Hahn-Steinthal: frattura isolata del *capitulum* con osso subcondrale sottostante;

Indirizzo per la corrispondenza:

Enrico Bellato
enrico.bellato@unito.it

- Tipo II o frattura secondo Kocher-Lorenz: frattura isolata del *capitulum* con frammento costituito prevalentemente da cartilagine articolare;
- Tipo III o frattura secondo Broberg-Morrey: frattura isolata del *capitulum* con comminuzione;
- Tipo IV o frattura secondo McKee⁶: frattura del *capitulum* estesa alla troclea.

Classificazione di Dubberley⁴

Dubberley *et al.* hanno distinto 3 tipi di frattura:

- Tipo 1: frattura isolata del *capitulum humeri* o frattura del *capitulum* estesa alla porzione più laterale della troclea. Può essere trattata con riduzione cruenta e sintesi interna con approccio chirurgico laterale;
- Tipo 2: frattura del *capitulum* e della troclea in un unico frammento. Richiede un approccio chirurgico laterale esteso o eventualmente un doppio accesso laterale e mediale;
- Tipo 3: frattura del *capitulum* e della troclea come frammenti indipendenti. Richiede in genere un approccio posteriore con osteotomia olecranica.

La classificazione prevede per tutti i tipi una sottocategoria, identificata con la lettera B, in caso di presenza di comminuzione della porzione posteriore del *capitulum*, fattore che si associa a una prognosi peggiore.

Classificazione di Ring-Jupiter⁵

Ring e Jupiter hanno distinto 5 componenti anatomiche che vengono interessate con complessità crescente delle fratture coronali da taglio senza però correlarle a un possibile trattamento.

Principi di trattamento in acuto

Non si è ancora raggiunto un consenso sul trattamento delle fratture coronali da taglio, in quanto le evidenze in letteratura sono limitate a un esiguo numero di studi con livello di evidenza IV¹⁷. È stato proposto in passato il trattamento incruento, ma attualmente trova scarsa indicazione^{2,8}. La riduzione chiusa con stabilizzazione in apparecchio gessato dovrebbe essere riservata ai soli pazienti con basse richieste funzionali ed elevato rischio chirurgico.

Un altro trattamento proposto negli studi più datati è l'exeresi dei frammenti. Questa opzione chirurgica dovrebbe essere limitata alle fratture isolate del *capitulum* con comminuzione tale da non garantire una sintesi stabile. In questi casi si ha un effetto minimo sulla stabilità in valgo, purché siano escluse lesioni legamentose, garantendo buoni risultati clinici nel breve periodo. Tuttavia, a un più lungo *follow-up*, i pazienti possono sviluppare dolore cronico, instabilità ingravescente e rigidità articolare. Sono stati riportati risultati clinici scadenti in caso di interessamento

della troclea, exeresi incompleta o ritardata e concomitante lesione legamentosa^{2,8}.

La riduzione cruenta con sintesi interna è considerata il trattamento di scelta. Può essere eseguita con diversi accessi chirurgici e con molteplici mezzi di sintesi, quali fili di Kirschner meglio se filettati¹, pin biorassorbibili, colla di fibrina, osteosuture riassorbibili, viti metalliche e placche. Qualora si volessero utilizzare i fili di Kirschner per una sintesi definitiva interna è consigliato l'utilizzo di fili filettati poiché a minor rischio di mobilizzazione. Pin biorassorbibili, colla di fibrina e osteosuture riassorbibili possono essere utilizzati nelle fratture tipo II secondo Bryan-Morrey, tuttavia per garantire un'adeguata stabilità è consigliata la concomitante applicazione di un fissatore esterno articolato per 3 o 4 settimane². Relativamente alle viti, il costrutto risulta essere maggiormente stabile utilizzando delle viti prive di testa antero-posteriori⁹.

In caso di comminuzione posteriore al *capitulum* o alla troclea è consigliato l'utilizzo di un graft osseo e un'ulteriore sintesi con una placca laterale in neutralizzazione⁴ o una placca anatomica dorsolaterale con supporto dell'omero distale associata a viti inter-frammentarie per una maggiore stabilità¹⁰.

Dal punto di vista clinico la maggior parte dei pazienti ottiene un risultato buono o eccellente con la riduzione cruenta e sintesi interna, con un arco di movimento funzionale nonostante una contrattura in flessione dai 14.5° ai 17.5°¹¹. L'artroscopia può essere sfruttata sia per eseguire una semplice exeresi dei frammenti sia per la riduzione della frattura seguita da una sintesi percutanea. I risultati a breve termine con la riduzione artroscopica sono eccellenti grazie alla dissezione tissutale minima, una maggiore precisione nella ricostruzione della superficie articolare, minore rischio infettivo e migliore valutazione della parte mediale dell'articolazione².

Nei casi di fratture così complesse che non permettono la sintesi di frammenti fondamentali per la funzionalità dell'articolazione, in presenza di una degenerazione articolare preesistente o in pazienti anziani, il trattamento di scelta è la sostituzione protesica. La protesi totale è in genere l'impianto preferito nei pazienti anziani o in quelli instabili con lesioni complesse delle colonne mediale e laterale, mentre in pazienti giovani a elevate richieste funzionali è possibile l'impianto di protesi parziali del solo *capitulum*, protesi parziali dell'omero distale o protesi totali dell'articolazione omero-radiale. I risultati clinici sul breve periodo sono buoni con il raggiungimento di un arco di movimento funzionale nella maggior parte dei casi, tuttavia la sostituzione protesica del gomito è gravata da numerose complicanze a lungo termine come la mobilizzazione e le infezioni, che si verificano più frequentemente rispetto alle protesi totali di anca e ginocchio^{2,8,12}.

Complicanze

L'exeresi chirurgica dei frammenti può determinare rigidità articolare nel breve periodo, mentre a un *follow-up* a lungo termine i pazienti possono sviluppare instabilità ingravescente in valgo e dolore cronico. I risultati funzionali sono inferiori in caso di estensione trocleare della frattura e concomitante lesione legamentosa¹².

Le complicanze riportate in letteratura nei pazienti trattati con riduzione cruenta e sintesi interna includono: rigidità articolare, pseudoartrosi con eventuale fallimento dei mezzi di sintesi, necrosi avascolare, infezioni profonde, artrosi post-traumatica, formazione di ossificazioni eterotopiche, neuropatia ulnare e intolleranza ai mezzi di sintesi.

La rigidità articolare in flessione-estensione è di gran lunga la complicanza che si verifica più frequentemente^{12,13}.

Nella maggior parte dei casi si riscontra una limitazione all'estensione tale da non richiedere ulteriori interventi¹¹.

Le rigidità post-traumatiche possono essere suddivise in precoci, se insorte entro i 6 mesi, o tardive. Oltre che sulla base temporale, si possono classificare in intrinseche o estrinseche se determinate dalla superficie articolare o da componenti extra-articolari. Le cause di rigidità intrinseca includono aderenze intra-articolari, malallineamento articolare e danno cartilagineo. La contrattura della capsula articolare è la causa più frequente di rigidità estrinseca, ma può essere provocata anche dalla contrattura dei legamenti collaterali, dalla presenza di ossificazioni eterotopiche o mezzi di sintesi e dalla neuropatia ulnare¹⁴.

L'apporto microvascolare all'omero distale è sostenuto soprattutto dai vasi arteriosi posteriori perforanti a livello dell'epicondilo e dell'epitroclea¹⁵. Questo spiega, in concomitanza alla difficoltà a ottenere una sintesi stabile, la maggiore frequenza di necrosi e pseudoartrosi nelle fratture con comminazione posteriore della colonna laterale e della troclea che può raggiungere il 44%¹⁶. Si tratta comunque di un'eventualità non così frequente, poiché in generale il tasso di unione riportato varia dal 73% al 100%¹. Inoltre non tutti i casi di pseudoartrosi sono sintomatici e non è stata riportata una differenza significativa dell'arco di movimento rispetto ai pazienti guariti radiologicamente¹¹. Alcuni casi di pseudoartrosi radiografica sono risultati associati a infezioni profonde¹⁶.

Il rischio di necrosi avascolare del *capitulum* o della troclea con successivo collasso articolare aumenta con ampie dissezioni posteriori che possono compromettere l'apporto vascolare alle strutture articolari⁷.

Sono state riportate alterazioni artrosiche post-traumatiche da lievi a moderate. Tuttavia il *follow-up* medio più lungo tra i lavori disponibili in letteratura è di 5 anni, sono quindi necessari ulteriori studi per stabilire la frequenza e la severità di questa complicanza¹¹.

La formazione di ossificazioni eterotopiche, nonostante

non quantificata nella maggior parte degli studi, non risulta essere, nella maggior parte dei casi, funzionalmente significativa e quindi non è consigliata la profilassi routinaria^{11,17}.

La neuropatia ulnare si può sviluppare anche secondariamente a accessi laterali estesi. Il nervo ulnare è vulnerabile alla compressione lungo il canale cubitale secondariamente a edema post-traumatico, ematomi, tessuto cicatriziale, ossificazioni eterotopiche e degenerazione artrosica⁸.

Infine, è possibile che pazienti lamentino intolleranza ai mezzi di sintesi, in particolare per quelli utilizzati nella sintesi delle osteotomie olecraniche o qualora di verifichi un *impingement* a livello delle superfici articolari laterali¹¹.

Trattamento delle complicanze

L'instabilità cronica in valgo che si può sviluppare in seguito all'exeresi del *capitulum* non lascia, in genere, spazio a interventi ricostruttivi richiedendo una sostituzione protesica totale¹⁷.

Nella maggior parte dei pazienti la rigidità articolare s'instaura precocemente. In questi casi il trattamento è inizialmente conservativo e include fisiochinesiterapia, tutorizzazione e manipolazione in narcosi. Le ortesi di gomito per il recupero articolare possono essere dinamiche o statiche progressive. Non è stata provata una differenza significativa tra le due tecniche di tutorizzazione, ma le ortesi statiche progressive sono in genere meglio tollerate. Nei casi di rigidità severa è possibile eseguire una manipolazione sotto anestesia. Questo trattamento deve essere eseguito solo dopo la comprovata guarigione radiografica della frattura in considerazione del rischio di frattura iatrogena e può essere seguito da mobilizzazione continua passiva e tutorizzazione¹⁴.

Il trattamento chirurgico è riservato ai casi di rigidità tardiva o ai fallimenti del trattamento conservativo. Per poter correttamente trattare la rigidità è fondamentale individuarne la causa. In genere le rigidità da contrattura della capsula e dei legamenti collaterali non sono associate a dolore. Un dolore a metà dell'arco di movimento suggerisce la presenza di alterazioni della superficie articolare, mentre la presenza di dolore al termine del movimento si può associare al conflitto con i mezzi di sintesi o con osteofiti. Per la diagnosi sono normalmente sufficienti delle radiografie semplici, la tomografia computerizzata può secondariamente localizzare corpi mobili, osteofiti o ossificazioni eterotopiche per una più precisa pianificazione pre-operatoria. È sempre consigliato escludere come causa di rigidità un'infezione a basso grado con almeno la valutazione degli indici di flogosi¹⁴.

L'artroliasi a cielo aperto era il trattamento standard per le rigidità estrinseche, attualmente è possibile eseguire l'in-



Figura 1. A: frattura coronale da taglio; **B:** riduzione cruenta e sintesi con viti libere senza testa e sutura del legamento collaterale laterale; **C:** fallimento della sintesi ai 9 mesi post-operatori; **D:** follow-up ai 2 anni dal successivo impianto di una protesi totale di gomito.

tervento anche artroscopicamente. La chirurgia a cielo aperto deve aggredire direttamente le strutture che limitano il movimento e quindi l'approccio deve essere adattato alla loro localizzazione. *Ring et al.*⁵ hanno riportato un incremento medio di 42° dopo artrolisi a cielo aperto per rigidità secondarie a fratture coronali da taglio.

Artroscopicamente è possibile rimuovere osteofiti e ossificazioni ed eseguire un *release* dei legamenti collaterali e della capsula. Si tratta però di una tecnica complessa con rischio di lesione iatrogena delle strutture nervose. Al termine dell'artrolisi, il gomito potrebbe risultare instabile; in questo caso è possibile l'utilizzo di un fissatore esterno. L'artrodiatasi con fissatore esterno è stata utilizzata per solo per il trattamento delle rigidità post-traumatiche nei bambini e adolescenti¹⁴.

La compromissione della superficie articolare, possibile causa di rigidità intrinseca, può essere determinata da viziosa consolidazione, pseudoartrosi, necrosi avascolare o artrosi post-traumatica. Nei pazienti più giovani e a elevate richieste funzionali è possibile eseguire un'artroplastica di interposizione che però può esitare in una buona funzione del gomito solo nel 29% dei casi¹⁴. Più frequentemente viene effettuata una sostituzione protesica. La scelta

dell'impianto dipende dalle condizioni generali del paziente, dalle sue richieste funzionali, dalla stabilità articolare e dall'estensione del danno articolare.

Qualora la necrosi avascolare o la pseudoartrosi interessino un frammento di piccole dimensioni e di importanza marginale è possibile procedere solamente alla sua exeresi¹³. In caso di ritardo di consolidazione un possibile trattamento è rappresentato da una nuova sintesi più rigida con innesto osseo¹¹.

La severità delle ossificazioni eterotopiche è in genere direttamente proporzionale al danno ai tessuti molli. Non sorprende quindi che nella maggior parte dei casi la presenza di ossificazioni nelle fratture coronali da taglio non sia significativa^{11 17}. Nei rari casi in cui è presente una limitazione funzionale, le ossificazioni possono ridurre il movimento direttamente con il loro volume e posizione o indirettamente riducendo l'elasticità del tessuto in cui sono incluse o agendo come punto di ancoraggio per tessuto fibroso. Nei casi estremi è possibile la formazione di un ponte osseo completo. Radiografie e tomografia computerizzata sono fondamentali per la diagnosi e un'accurata pianificazione pre-operatoria. È stata riportata una frequenza di recidiva del 12%. Per ridurre la possibilità di

recidiva è necessario eseguire l'intervento nel modo meno invasivo possibile, utilizzando la precedente via di accesso, rimuovendo le calcificazioni con strumenti manuali per evitare la formazione di polvere d'osso, irrigando abbondantemente ed effettuando un'emostasi accurata. Per la prevenzione della formazione di ossificazioni eterotopiche è descritta una somministrazione di radiazioni ionizzanti nell'immediato post-operatorio, ma spesso è di difficile esecuzione. I farmaci anti-infiammatori non steroidei sono frequentemente somministrati a scopo profilattico, anche se principio attivo, dose e durata del trattamento efficaci sono ancora sconosciuti. Non sembra essere così rilevante invece ai fini della recidiva la tempistica dell'intervento, non è quindi necessario attendere il termine della formazione delle ossificazioni¹⁸.

In presenza di sintomi di neuropatia ulnare, lo studio elettromiografico può aiutare a determinare il livello della compressione. Nei pazienti già sottoposti a interventi chirurgici a livello del gomito è fondamentale la conoscenza della precedente gestione intraoperatoria del nervo. L'intervento chirurgico di scelta è la neurolisi che può essere associata all'anteposizione nei casi di sospetta instabilità o in presenza di rigidità articolare. In quest'ultimo caso l'incremento dell'arco di movimento può solo peggiorare la sintomatologia ed è dunque consigliabile eseguire l'anteposizione del nervo in concomitanza con l'artroli¹⁴.

Bibliografia

- 1 Carroll MJ, Athwal GS, King GJW, et al. *Capitellar and trochlear fractures*. Hand Clin 2015;31:615-30.
- 2 Suenghwan J, Morrey BF. *Distal humerus fractures: isolated fracture of the capitellum*. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J, Morrey ME, eds. *Morrey's the elbow and its disorders*. Philadelphia, PA: Elsevier 2018, pp. 458-465.
- 3 Faber KJ. *Coronal shear fractures of the distal humerus: the capitellum and trochlea*. Hand Clin 2004;20:455-64.
- 4 Dubberly JH, Faber KJ, Macdermid JC, et al. *Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures*. J Bone Jt Surg 2006;88-A:46-54.
- 5 Ring D, Jupiter JB, Gulotta L. *Articular fractures of the distal part of humerus*. J Bone Jt Surg - Ser A 2003;85:232-8.
- 6 McKee MD, Jupiter JB, Bamberger HB. *Coronal shear fractures of the distal end of the humerus*. J Bone Jt Surg - Ser A 1996;78:49-54.
- 7 Trinh TQ, Harris JD, Kolovich GP, et al. *Operative management of capitellar fractures: a systematic review*. J Shoulder Elb Surg 2012;21:1613-22.
- 8 Ring D. *Open reduction and internal fixation of an apparent capitellar fracture using an extended lateral exposure*. J Hand Surg Am 2009;34:739-44.
- 9 Elkowitz SJ, Kubiak EN, Polatsch D, et al. *Comparison of two headless screw designs for fixation of capitellum fractures*. Bull Hosp Jt Dis 2003;61:123-6.
- 10 Wang P, Kandemir U, Zhang K, et al. *Treatment of capitellar and trochlear fractures with posterior comminution: minimum 2-year follow-up*. J Shoulder Elb Surg 2019;28:931-8.
- 11 Ruchelsman DE, Tejwani NC, Kwon YW, et al. *Coronal plane partial articular fractures of the distal humerus: current concepts in management*. J Am Acad Orthop Surg 2008;16:716-28.
- 12 Schultzel M, Scheidt K, Klein CC, et al. *Hemiarthroplasty for the treatment of distal humeral fractures: midterm clinical results*. J Shoulder Elb Surg 2017;26:389-93.
- 13 Chen N, Ring D. *Distal humerus fractures: shear fractures of the humeral articular surface*. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J, Morrey ME, eds. *Morrey's the elbow and its disorders*. Philadelphia, PA: Elsevier 2018, pp. 466-470.
- 14 Charalambous CP, Morrey ME. *Elbow stiffness: basic science and overview*. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J, Morrey ME, eds. *Morrey's the elbow and its disorders*. Philadelphia, PA: Elsevier 2018, pp. 529-536.
- 15 Wegmann K, Burkhart KJ, Koslowsky TC, et al. *Arterial supply of the distal humerus*. Surg Radiol Anat 2014;36:705-11.
- 16 Brouwer KM, Jupiter JB, Ring D. *Nonunion of operatively treated capitellum and trochlear fractures*. J Hand Surg Am 2011;36:804-7.
- 17 Yari SS, Bowers NL, Craig MA, et al. *Management of distal humeral coronal shear fractures*. World J Clin Cases 2015;3:405-17.
- 18 Foruria AM, Sanchez-Sotelo J. *Heterotopic ossification*. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J, Morrey ME, eds. *Morrey's the elbow and its disorders*. Philadelphia, PA: Elsevier 2018, pp. 557-567.

G. Giannicola
R. Mattei
B. D'Amora
P. Spinello
C. Villani

Dipartimento di Scienze Anatomiche,
Istologiche, Medico-Legali e dell'Apparato
Locomotore, Sapienza Università di
Roma, Policlinico Umberto I, Roma

Rotture croniche del tendine distale del bicipite e tricipite brachiale

Distal biceps and triceps brachii chronic tendon ruptures

Riassunto

Le rotture del tendine distale del bicipite e tricipite brachiale sono definite croniche quando è trascorso un periodo di 4-6 settimane dal trauma. Queste lesioni possono determinare dolore e deficit funzionale significativo, richiedendo, soprattutto nei giovani, un trattamento chirurgico differito. Diversi studi hanno dimostrato un significativo deficit di forza (riduzione del picco massimo di forza e della resistenza muscolare) in supinazione e flessione nei pazienti con lesione cronica del bicipite, mentre nelle rotture complete che riguardano l'apparato estensore è spesso osservata una impossibilità ad estendere il gomito contro gravità e resistenza, particolarmente quando la rottura tendinea è associata alla lesione dell'espansione laterale. Pochi studi hanno analizzato i risultati del trattamento di queste lesioni e la maggior parte di questi presentano una bassa numerosità campionaria, soprattutto per il tendine del tricipite. Il trattamento chirurgico in cronico prevede la riparazione primaria quando il tendine non è molto retratto o degenerato o tecniche ricostruttive con innesti tendinei nei casi con marcato accorciamento; in entrambi i casi è spesso necessario un ampio release per ottenere un allungamento dell'unità muscolo-tendinea. Tra gli innesti tendinei, sono utilizzati alloinnesti (tendine Achille) o autoinnesti (lacrto fibroso, semitendinoso, gracile, flessore radiale del carpo, fascia lata, tibiale anteriore) secondo la preferenza del chirurgo. I risultati del trattamento chirurgico delle rotture croniche sono generalmente soddisfacenti con un miglioramento significativo del deficit funzionale e del dolore; tuttavia, il tasso di complicanze è più elevato, la tecnica chirurgica più complessa ed il risultato estetico minore. Per questi motivi, una precoce diagnosi seguita dalla reinserzione primaria in fase acuta rappresentano il "gold standard", riservando il trattamento conservativo a pazienti con elevate comorbidità o molto anziani.

Parole chiave: rottura tendinea cronica, rottura cronica tendine bicipite, rottura cronica tricipite, tricipite brachiale, bicipite brachiale

Summary

Distal biceps and triceps brachii tendon ruptures are defined as chronic 4-6 weeks after the trauma. These lesions can cause significant pain and functional deficits that require deferred surgical treatment, especially in young people. Several studies have shown that patients with chronic biceps injuries have a significant strength deficit (reduced maximum peak of strength and muscular resistance) in supination and flexion, while those with complete ruptures of the triceps tendon are often unable to extend the elbow against gravity and resistance, particularly when the tendon rupture is associated with the lesion of the lateral expansion tricep lateral expansion. The results of treatment for these lesions have been analysed in a limited number of studies, most of which have a small sample size, especially those on the triceps tendon. Chronic surgical treatment involves primary repair when the tendon is not markedly retracted or degenerated, whereas reconstructive techniques with tendon grafts need to be performed in cases with marked shortening; in both cases a large release is often required to increase the length of the muscle-tendon unit. Tendon grafts include allografts (Achilles tendon) or autografts (lacertus fibrosus, semitendinosus, gracilis, flexor carpi radialis, fascia lata, tibialis anterior), which are used according to the surgeon's preference. Although the results of surgical treatment for chronic tendon ruptures are generally satisfactory and yield a significant improvement in functional deficit and pain, the complication rate is higher, the surgical technique more complex and the aesthetic result worse than for treatment in the acute phase; an early diagnosis followed by primary reinsertion in the acute phase thus represents the "gold standard", with conservative treatment being reserved for patients who have serious comorbidities or are very old.

Key words: chronic tendon ruptures, biceps chronic rupture, triceps chronic rupture, biceps brachii, triceps brachii

Indirizzo per la corrispondenza:
Giuseppe Giannicola
via Emilio Repossi, 15
00158 Roma
giannicola.giuseppe@gmail.com

Introduzione

Le rotture sottocutanee del tendine distale del bicipite e tricipite brachiale sono lesioni rare. La rottura del tendine distale del bicipite brachiale rappresenta il 5-10% di tutte le lesioni tendinee, mentre quella del tricipite ha una prevalenza ancora più rara (0,8%), mentre la rottura del tendine distale del tricipite ha una prevalenza ancora più rara (0,8%). Tale patologia interessa soprattutto giovani maschi e persone con patologie metaboliche, immunologiche ed endocrine.

Il meccanismo che porta alla rottura del tendine distale del bicipite brachiale è una contrazione eccentrica del muscolo in flessione e supinazione. È colpito maggiormente l'arto dominante. Il meccanismo che porta alla rottura del tendine distale del tricipite è simile; di solito di verifica durante una estensione del gomito contro resistenza, come avviene durante il sollevamento di pesi (tipica nei body-builders).

La diagnosi in entrambi i casi è solitamente clinica ed è piuttosto semplice nelle rotture del bicipite, mentre necessita di un più elevato indice di sospetto nelle rare lesioni del tricipite, dove ancora oggi la diagnosi è misconosciuta in circa un terzo dei pazienti.

Due test clinici sono particolarmente utili nella diagnosi di rottura del bicipite: l'Hook test e la valutazione della forza in supinazione. Nelle rotture del tricipite la valutazione della forza in estensione contro gravità e resistenza ed il posterior Hook sign consentono di eseguire una corretta diagnosi nella maggior parte dei casi.

La diagnostica può essere completata con le radiografie, l'ecografia e la RMN; in particolare, l'esame radiografico può evidenziare nelle rotture posteriori il "flake" sign, ossia la presenza di un piccolo frammento osseo prossimale all'olecrano, determinato dallo strappamento tendineo.

Sebbene le indagini di livello superiore consentano un miglior inquadramento del tipo di lesione, è importante sottolineare che queste non sono necessarie nella maggior parte dei casi e che andrebbero riservate ai soli casi dubbi. Spesso il tempo necessario per eseguire questi esami comporta un ingiustificato ritardo di trattamento.

Infatti, il basso indice di sospetto clinico, la scarsa conoscenza dei test clinici specifici, il ricorso alle indagini diagnostiche di secondo livello ed infine, un atteggiamento astensionistico di molti clinici, ormai appartenente al passato, rappresentano le principali cause che portano alla cronicizzazione di queste lesioni tendinee. La cronicizzazione di queste lesioni comporta frequentemente una significativa retrazione muscolare e degenerazione tendinea, determinando, oltre ad un deficit funzionale ed estetico, una sintomatologia dolorosa persistente. Il dolore, oltre il deficit funzionale, induce alcuni di questi pazienti a richiedere un trattamento chirurgico in fase tardiva; ciò è particolarmente frequente nei pazienti con alte richieste funzionali (giovani sportivi, lavoratori manuali) e nei casi in cui è interessato l'arto dominante.

Questo studio ha avuto due obiettivi: 1) eseguire una revisione standard della recente letteratura per analizzare i risultati e complicanze del trattamento chirurgico delle lesioni croniche dei tendini distali del braccio, 2) confrontare questi dati con quelli ottenuti dal trattamento conservativo e chirurgico in fase acuta.

Bicipite

Il trattamento conservativo delle lesioni del bicipite brachiale comporta un deficit di forza in flessione e, soprattutto, in supinazione; il bicipite brachiale è, infatti, il principale supinatore dell'avambraccio in quanto il muscolo supinatore ed il muscolo brachioradiale esercitano una debole azione sinergica.

È stato dimostrato in numerosi studi (Tab. I) che il trattamento conservativo porta a un deficit medio in flessione e supinazione del 23% (estremi, 12-30) e 34% (estremi, 20-50), rispettivamente ¹⁻⁴. Il trattamento chirurgico in fase acuta, invece, comporta un recupero della forza muscolare comparabile all'arto controlaterale sano (in media, 95% in flessione e 25% in supinazione) ⁵⁻⁸. In particolare, Nesterenko et al. ⁴, confrontando pazienti con lesione "acuta" trattati conservativamente e chirurgicamente, ha osservato che i primi tendono a riferire debolezza, fatica

Tabella I. La tabella mostra il deficit di forza cronico secondario a trattamento conservativo delle rotture del tendine bicipitale. Il deficit di forza è espresso in % rispetto all'arto controlaterale sano.

	Forza in supinazione	Forza in flessione
Wiley et al. (2006) ¹	20%	21%
Freeman et al (2009) ²	26%	12%
Morrey et al (1985) ³	40%	30%
Nesterenko et al (2010) ⁴	50%	30%
media	34%	30%

e dolore cronico, mentre i secondi, dopo l'intervento, riferiscono benessere nella grande maggioranza dei casi. In un altro studio simile, Freeman et al.² hanno osservato un deficit di forza medio in supinazione e flessione del 26% e del 12%, rispettivamente, nei pazienti trattati conservativamente. Inoltre, in questo studio è emerso che il deficit di forza rispetto al controlaterale sano è più marcato quando la lesione ha interessato l'arto non dominante, con un deficit medio in supinazione del 40% (vs il 17% osservato nei casi con lesione all'arto dominante); inoltre nel gruppo di pazienti trattati chirurgicamente è stato osservato un recupero completo della supinazione (101% rispetto al 74%) e della flessione (97% rispetto al 88%).

Questi ed altri studi⁹⁻¹¹ hanno contribuito a comprendere meglio il ruolo funzionale del tendine del bicipite e le possibili indicazioni terapeutiche. Sebbene sia stato chiarito da tempo che il trattamento chirurgico è particolarmente indicato nei soggetti giovani sportivi e in tutti i soggetti (giovani e anziani) con alte richieste funzionali (come i lavoratori manuali), ancora oggi, non è ben chiaro quali siano le indicazioni nei soggetti che presentano caratteristiche intermedie tra i soggetti "high demand" e "low demand", rappresentati questi ultimi da pazienti con elevate comorbidità o pazienti grandi anziani. In questi casi, i benefici del trattamento chirurgico potrebbero essere inferiori rispetto ai rischi di sviluppare le complicanze e quindi l'opportunità di eseguire un intervento, secondo alcuni, andrebbe più attentamente valutata. In questo gruppo di pazienti con caratteristiche "intermedie", è stato suggerito⁹ di eseguire inizialmente un trattamento conservativo per le prime 3-4 settimane e, qualora i deficit funzionali residui, come limitazione del movimento, il deficit di forza ed il dolore, fossero incompatibili con la vita quotidiana, di eseguire un intervento in differita.

Confrontando, tuttavia, i risultati ottenuti dopo trattamento chirurgico in fase acuta ed in fase cronica, alcuni studi hanno evidenziato che:

- 1 gli score funzionali dopo trattamento in acuto sono lievemente migliori rispetto a quelli osservati in cronico (Tab. II)^{5-8 12 13};
- 2 la tecnica chirurgica in cronico è molto più complessa;
- 3 le complicanze sono più frequenti nel trattamento differito (Tab. II, III).

Questi dati suggeriscono che una diagnosi precoce e la riparazione primaria con tecnica semplice e poco invasiva, siano sempre da preferire anche nei pazienti con le cosiddette caratteristiche "intermedie". Inoltre, è da considerare che un intervento chirurgico in fase cronica non consente spesso di recuperare il normale profilo del braccio, a causa dell'accorciamento del ventre muscolare, esitando in un danno estetico. Nello studio di Snir et al.¹⁴ è emersa la persistenza di deformità a livello del braccio in circa la metà dei pazienti operati in fase cronica; il danno estetico, tuttavia, non creava disagio in molti pazienti che erano comunque soddisfatti del risultato funzionale.

Nei casi in cui la riparazione primaria non è più eseguibile a causa dell'accorciamento e degenerazione tendinea, si utilizzano con buoni risultati gli innesti tendinei autologhi o omologhi di banca (Fig. 1). In letteratura è stato descritto l'uso di diversi tendini per la ricostruzione del tendine distale del bicipite: tendine d'Achille, fascia lata, semitendinoso, gracile, flessore radiale del carpo, tibiale anteriore, lacerto fibroso¹³⁻²⁰. Il più usato è il tendine di Achille, ma una review effettuata da Weiser et al. nel 2001²¹ ha evidenziato che la ricostruzione con il tendine del muscolo flessore radiale del carpo sembra essere la tecnica in grado di ripristinare maggiormente l'anatomia del tendine del bicipite. La nostra revisione della più recente letteratura ha evidenziato che i risultati ottenuti utilizzando i diversi tendini sono piuttosto sovrapponibili, come mostrato nella Tabella III.

In uno studio di Fontana et al.²⁰, è stato utilizzato il lacerto fibroso autologo per la ricostruzione del bicipite con risultati incoraggianti in 4 pazienti; questa tecnica avreb-



Figura 1. Riparazione in cronico del tendine distale del bicipite con l'utilizzo di un innesto tendineo (semitendinoso) prelevato dal ginocchio. A, l'immagine mostra il tendine retratto ed accorciato; B, l'innesto tendineo prelevato dal ginocchio viene duplicato su se stesso ed opportunamente preparato con filo non riassorbibile. C, l'innesto tendineo viene prima ancorato alla tuberosità radiale e poi opportunamente suturato al moncone tendineo del bicipite.

Tabella II. Confronto tra tecnica chirurgica, risultati e complicanze in pazienti trattati chirurgicamente in fase acuta o cronica per rottura del tendine distale del bicipite brachiale.

		Pazienti	Tecnica chirurgica	Recupero forza in supinazione (%)*	Recupero forza in flessione (%)*	Complicanze
Trattamento in acuto	Panagopoulos ⁵ 2016	105	singola incisione; Endobutton	90	93	PIN 3,8%, LACN 8,57%, HO 2,86%, R 1,9%
	Kodde ⁶ 2016 (review)	1074	1 o 2 incisioni; Ancore 565, tunnel transossei 321, vite interferenza 42, endobutton 146	11,4% dei pazienti deficit superiore al 20% rispetto all'arto controlaterale	5% dei pazienti deficit superiore al 20% rispetto all'arto controlaterale	33,2% (357pz); 147 neurologiche (13,7% dei pz)
	Haverstock ⁷ 2017	48	24-1 incisione 24-2 incisioni Non descritta tecnica di tenodesi	89	97	14 su 48 (29%): LACN 14,6%, R 4,17% Infezione 2%, rigidità 2%, HO 2%
	Ryhanen ⁸ 2006	5	1 o 2 incisioni; 2 ancore	85	100	0 %
Trattamento in cronico	Ryhanen ⁸ 2006	11	1 incisione e 2 ancore. In 3 casi innesti con palmare lungo (1) o fascia lata (2)	75	84	4 su 11 (36,36%) LACN 27,27%, R 9,09%
	Haverstock ⁷ 2017	16	8 - 1 incisione con 2 ancore 8 - 2 incisioni con sutura transossea	80	99	10 su 16 (62,5%) LACN 50%, altra neuraprassia 6,25%, rigidità 6,25%
	Morrel ¹² 2012	12	1 incisione, 2 ancore e innesto con fascia lata	87% in 4 pz	86% in 5 pz	4 su 12 neurologiche (33,3%)
	Tim Frank ¹³ 2019	35	19 - 1 incisione, tunnel osseo, innesto con semitendinoso 16 - 1 incisione con 2 ancore o 2 incisioni con suture transossee	78%	90%	4/19 (21%), 3/16 (18,75%) LACN 17%, R 2,86%

Legenda: PIN: nervo interosseo posteriore. LACN: nervo cutaneo laterale avambraccio. HO: ossificazioni eterotopiche. R: rerotture
*Forza in flessione e supinazione comparata all'arto controlaterale sano.

be il vantaggio di utilizzare una struttura anatomica con vascolarizzazione propria e quindi con capacità riparative maggiori.

Le complicanze del trattamento chirurgico delle lesioni croniche del bicipite sono più frequenti rispetto a quelle osservate nel trattamento in acuto (Tab. II). In particolare, in una review del 2013 di Dillon et al.¹⁰ è stata osservata

una maggiore prevalenza di complicanze neurologiche a carico del muscolocutaneo e radiale, correlate alla trazione sul muscolo bicipite ed al release in regione cubitale, necessari per esporre e reinserire il tendine sulla tuberosità radiale. Al contrario, è stato osservato che il rischio di rerottura (1-2%) e di ossificazioni eterotopiche (3%) sembra essere sovrapponibile al trattamento in acuto¹⁰. In questo

Tabella III. Revisione della recente letteratura. La tabella mostra i risultati del trattamento in fase cronica delle lesioni del tendine distale del bicipite.

Studio	Numero pazienti	Tecnica chirurgica	Complicanze	Risultati
Cross ¹⁷ 2013	7 pz (44 aa)	-Singola incisione; 2 Ancore Mitek; Allograft con tibiale	14,3% neuroaprassia transitoria lacn	ROM: E/F 4°-134° P/S 82°-80° MEPS: 94 DASH: 6,67
Darlis ¹⁸ 2006	7 pz (38 aa)	-Singola incisione; 2 Ancore; Allograft con tendine achille	Non riportate	ROM: E/F 4°-145° P/S 83°-86° MEPS: 96
Hallam 2004	9 pz (47 aa)	-Singola incisione; Endobutton; Autograft con semitendinoso	Non riportate	ROM:E/F 3°-147° P/S 62°-75° MEPS: 96
Tim frank ¹³ 2019	35 pz	19 pz: autograft semitendinoso con tunnel osseo 16 pz: primaria (3 chirurgi) tramite ancore mitek singola incisione o transosseo a 2 incisioni (8 e 8)	6 pz neuroaprassia regione anterolaterale 1 re-rottura	DASH: 7 nei pz con innesto, 3 nei pz con riparazione primaria MEPI: 86 nei pz con innesto, 95 nei pz con riparazione primaria SANE: 88 nei pz con innesto, 93 nei pz con riparazione primaria
Haverstock ⁷ 2017	48 (46 aa) in acuto 16 (48 aa) in cronico	acuto: 24 - 1 incisione; 24 - 2 incisioni. Non riportata tecnica di tenodesi cronico: 8 - 1 incisione con 2 ancore, reinserzione; 8 - 2 incisioni con sutura transossea, reinserzione	Acuto 29%: 15% lacn, 2% infezione 4% rerottura, 6% debolezza 2% HO Cronico 63%: 50% lacn, 6% rigidità 6% altre neuroprassie	Forza in supinazione: [*] 89% acuto 80% cronico Forza in flessione: [*] 97% acuto 99% cronico
Caputo ²⁰ 2016	4 Pz (45 aa)	Singola incisione, ancore e augmentation con lacerto fibroso	50% neuroaprassie transitorie radiale	MEPS: 95
Phadnis ¹⁶ 2016	21 pz (44 aa)	2 incisioni anteriori; Augmentation con Tendine Achille; Endobutton transosseo	9,5% transitorie parestesie lacn	OES 44.7 QuickDASH Score 4 MEPS 92.9 ROM completo
Snir ¹⁴ 2013	18 pz (47aa)	Diverse tecniche chirurgiche. 15 innesto con Tendine Achille; 1 Semitendinoso; 1 Gracile e 1 Tibiale anteriore	11,11% paralisi transitoria del PIN	E/F 2,5/137,2 P/S 83,6/85,6 Forza in supinazione e flessione * 4,7/5
Ruch ¹⁵ 2014	14 pz in acuto, 15 gomiti (55aa) 16 pz in cronico, 17 gomiti (48aa)	Singola incisione; riparazione diretta con ancore o con Endobutton	Cronico: 53% lacn, 20% pin Acuto: 35,3% lacn	non riportati

Legenda: PIN: nervo interosseo posteriore. LACN: nervo cutaneo laterale avambraccio. PZ: pazienti. ROM: range of motion. E/F: estensione/flessione. P/S: pronazione/supinazione. MEPS: Mayo Elbow Performance Score. DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand. MEPI: Mayo Elbow Performance Index. OES: Oxford Elbow Score. QUICKDASH: Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand. SANE: Single Assessment Numeric Evaluation.

ultimo studio, il maggior rischio di ossificazioni eterotopiche è apparso più correlato al tipo di tecnica chirurgica (1 o 2 incisioni) rispetto al timing dell'intervento. In definitiva, il rischio di sviluppare complicanze è maggiore durante il trattamento delle lesioni croniche: queste sono state osservate nel 42-46% dei casi contro il 21-30% di complicanze osservate in fase acuta¹⁰.

Tricipite

La rottura cronica del tendine distale del tricipite brachiale determina un deficit di forza in estensione e dolore che si evidenzia particolarmente quando l'arto è utilizzato contro resistenza o gravità. Spesso la cronicizzazione di questa lesione è determinata da un ritardo nella diagnosi, dovuto ad un basso indice di sospetto; la possibilità di estendere il braccio in posizione eretta con ausilio della gravità rappresenta un significativo fattore confondente.

Il trattamento chirurgico prevede tecniche di riparazione primaria o di ricostruzione, secondo le condizioni anatomico-patologiche locali²². Frequentemente la cronicizzazione comporta la retrazione e degenerazione tendinea che rende impossibile effettuare la riparazione primaria. Sono state proposte diverse tecniche di ricostruzione (Fig. 2). Sanchez et al.²³ hanno effettuato uno studio su 7 pazienti confrontando la riparazione con lo sliding del muscolo anconeo (4 pazienti) e la ricostruzione con il tendine d'Achille (3 pazienti) ottenendo un risultato sovrapponibile tra i due gruppi. Altri autori hanno utilizzato innesti diversi, come il tendine rotuleo, il tendine del semitendinoso o materiale sintetico. Tutti questi studi hanno descritto buoni risultati, con un ROM completo e un ripristino soddisfacente della forza in estensione. Tuttavia, molti di questi studi sono case-report o hanno una bassa numerosità campionaria rendendo incerta l'interpretazione dei risultati.

Nello studio multicentrico di Mirzayan et al. condotto su 184 pazienti operati entro 90 giorni dal trauma, è emerso che la riparazione primaria è stata possibile in tutti i casi; non sono state rilevate differenze significative nei risultati clinici tra i pazienti operati entro le 3 settimane e quelli operati dopo questo periodo di tempo.

Giannicola et al.²⁴ hanno effettuato uno studio multicentrico in cui sono state analizzate 28 rotture del tendine distale del tricipite, di cui 23 rotture acute e 5 croniche trattate tutte con la riparazione primaria. In questo studio i risultati tra i pazienti con rottura cronica e acuta sono risultati sovrapponibili, dimostrando che questo tipo di riparazione, quando tecnicamente possibile, fornisce un buon risultato clinico. Tuttavia, in questo studio è emerso che la tecnica chirurgica è risultata più complessa, richiedendo un esteso release dell'unità muscolo-tendinea con identificazione del nervo radiale e ulnare. Secondo questo Autore, la ripa-

razione diretta è possibile quando il tendine è accostabile alla regione olecranica in massima estensione dopo aver eseguito il release e la recentazione tendinea.

Tom. et al. nel 2014²⁵ hanno effettuato una review della letteratura per valutare il trattamento ed i risultati di pazienti con rotture parziali e rotture complete in fase acuta e cronica (Tab. IV). Le rotture parziali, descritte in 13 studi, sono state trattate sia conservativamente che chirurgicamente. Nel gruppo di pazienti trattati incruentamente è stato osservato un recupero più lento; inoltre, è stato osservato²⁶ che il trattamento conservativo espone i pazienti ad un rischio significativo di rottura completa secondaria o sintomatologia dolorosa cronica; in questi pazienti è stato spesso necessario eseguire un intervento ricostruttivo a causa della degenerazione tendinea, con tempi di recupero maggiori.

Nella review di Tom et al., sono stati analizzati, oltre le lesioni parziali, i risultati di 40 pazienti con rottura totale acuta (30) e cronica (10), di cui 33 trattati con reinserzione primaria e 7 con ricostruzione con innesto. In generale, sono stati osservati risultati minori, in termini di ROM e forza, nei casi con ricostruzione rispetto ai casi con riparazione diretta, similmente a quanto descritto da Van Riet et al.²⁷ nel 2003. Infine, è stato osservato un minor rischio di re-rottura nei casi trattati entro due settimane dal trauma. In definitiva, sono disponibili solo case-report e piccole case-series che riportano i risultati del trattamento chirurgico delle lesioni croniche del tricipite²⁸; ciò è particolarmente vero per le tecniche ricostruttive di cui si hanno scarse e frammentarie informazioni. I risultati di questi studi sono mediamente incoraggianti anche se lievemente inferiori a quelli ottenuti in acuto. Per questi motivi, non è possibile allo stato attuale identificare un protocollo terapeutico condiviso, essendo la scelta del trattamento ancora oggi basata maggiormente sulla esperienza dei singoli chirurghi.

Conclusioni

Il trattamento chirurgico delle lesioni croniche del tendine distale del bicipite e tricipite brachiale è complesso, ma dai risultati estremamente incoraggianti.

La revisione della letteratura sembra evidenziare che la prevenzione della cronicizzazione di queste lesioni con un trattamento adeguato in fase acuta rappresenti la migliore strategia per: 1) evitare il deficit funzionale ed il dolore cronico osservato nei pazienti non trattati, 2) ridurre il ricorso a tecniche ricostruttive più complesse, 3) ridurre il tasso di complicanze osservate durante il trattamento in fase cronica.

A tal fine, un più elevato indice di sospetto clinico ed una maggiore familiarità con la semeiotica delle rotture tendinee possono consentire una rapida e precisa diagnosi in fase

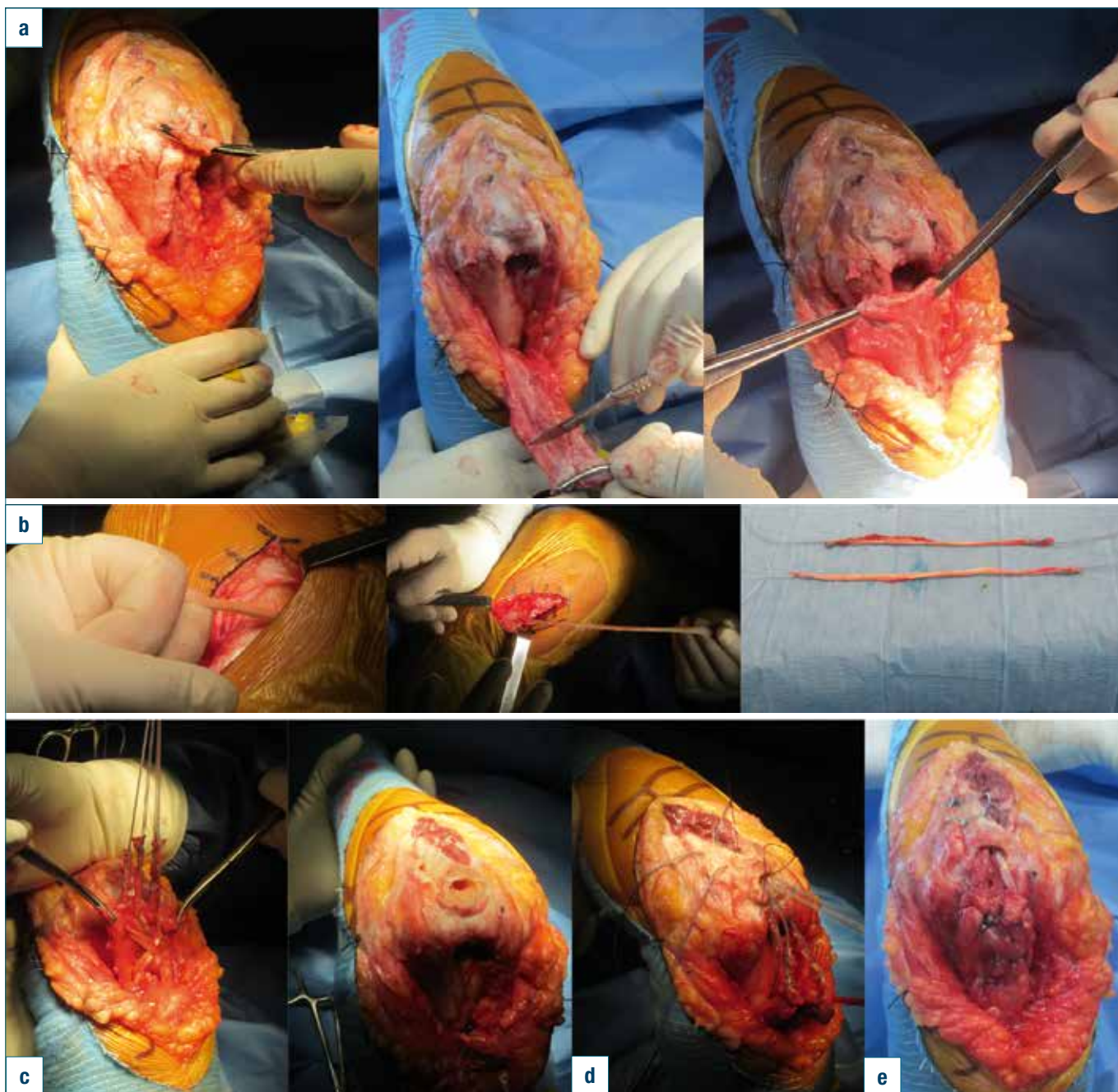


Figura 2. La figura mostra il trattamento ricostruttivo di una lesione cronica del tendine tricipitale con marcata retrazione e degenerazione tendinea (a). È stato eseguito il prelievo dei tendini autologhi semitendinoso e gracile (b). Gli innesti sono stati ripiegati a formare 4 fasci, imbastiti con filo non riassorbibile ed embricati al moncone tendineo residuo (c). Successivamente il neo-tendine è stato reinserito alla regione olecranica tramite trincea ossea (d). In (e) è mostrato il risultato chirurgico finale.

acuta, senza dover ricorrere a metodiche diagnostiche di secondo livello che, oltre ad essere frequentemente inutili, causano un grave ritardo del trattamento in molti casi. I soggetti in buone condizioni generali, attivi, giovani e an-

ziani, richiedono un trattamento chirurgico nella maggior parte dei casi in fase acuta. Al contrario, il trattamento conservativo può essere indicato nei pazienti grandi anziani, in quelli con comorbidità significative e nei soggetti

Tabella IV. Confronto tra risultati e complicanze delle lesioni del tendine tricipitale trattate in fase acuta o cronica.

Timing	Studio	N. pz	Tipo lesione	Tecnica chirurgica	Risultati	Complicanze
Cronico	Sanchez-Sotelo 2002	7	rotture complete	ricostruzione con sliding anconeo (4) e tend. Achille (3)	MEPS: 100 in 5pz, 75 in 2pz ROM completo	1 frattura olecrano a 2 anni
	Giannicola 2018 (multicentrico)	5	rotture complete	riparazione diretta con sutura transossea	recupero della forza: 4/5 in 2 pz 5/5 in 3 pz	no complicanze
	Review Tom 2014	28 pz: 18 rotture parziali 10 rotture totali		diverse vie e tecniche di tenodesi	rotture parziali: ROM E/F 7°-138° 1 pz deficit di forza (37% rispetto al controlaterale) rotture totali: ROM E/F 13°/136°	no analisi complicanze
Acuto	Mirzayan 2018 (multicentrico)	184	rotture parziali (37) e complete (147): 137 pz operati entro 21 g. 46 pz operati dopo 21 g. (entro 3 mesi)	105 trattati con sutura transossea, 73 con ancore	no differenze tra pz operati precocemente e tardivamente. migliori risultati e minori complicanze in pz trattati con ancore	pz con sutura transossea: 6,7% re-rottura e 9.5% di reinterventi pz con sutura con ancore: 0% rerottura e 1.4% di reinterventi 3.8% infezioni 1,6% neuroaprassia ulnare
	Giannicola 2018 (multicentrico)	24 pz: 3	rotture parziali 21 rotture complete	22 sutura transossea 7 sutura con ancore	recupero forza completa: in 15 pz 5/5 in 8 pz 4/5 ROM completo in tutti i pazienti tranne 1	1 Re-rottura (4,35%) 1 Deiscenza ferita (4,35%) 1 Rigidità lieve in estensione (4,35%) 1 Reazione ai punti di sutura (4,35%) 1 Cheloide (4,35%)
	Review Tom 2014	35 pz: 5	rotture parziali 30 rotture complete	diverse tecniche chirurgiche utilizzate, tra cui 7 con innesti	rottura parziale: ROM E/F 5-139° rottura totale: ROM E/F 2-137°	6% re-rottura
Trattamento non chirurgico	Review Tom 2014	15	rottura parziale	blocco in flessione a 30° per 4-6 settimane, poi recupero graduale ROM fino al 3° mese	recupero completo ROM E/F e forza a 9 mesi in 10 casi	13% deficit forza. 20% dolore e deficit forza con intervento differito di reinserzione. 6% evoluzione in rottura completa ed intervento differito reinserzione.

Legenda. pz: pazienti. ROM: range of motion. E/F: estensione/flessione. MEPS: Mayo Elbow Performance Score.

con basse richieste funzionali ed interessamento dell'arto non dominante.

Nelle lesioni croniche il trattamento chirurgico è indicato in presenza di dolore cronico e deficit funzionale soggettivo. In questi casi, l'intervento chirurgico prevede frequentemente una più ampia esposizione, la ricostruzione con innesti ed è gravato da un più elevato tasso di complicanze. Nonostante ciò, i risultati riportati sono estremamente incoraggianti con un recupero della funzionalità dell'arto e scomparsa del dolore nella maggior parte dei casi.

Bibliografia

- 1 Wiley WB, Noble JS, Dulaney TD, et al. *Late reconstruction of chronic distal biceps tendon ruptures with a semitendinosus autograft technique*. J Shoulder Elbow Surg 2006;15:440-4.
- 2 Freeman, MD, Kelly R. McCormick, MD, et al. *Nonoperative Treatment of Distal Biceps Tendon Ruptures Compared with a Historical Control Group*. J Bone Joint Surgery Am 2009;91:2329-34.
- 3 Morrey BF, Askew LJ, An KN, et al. *Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. A biomechanical study*. J Bone Joint Surg Am 1985;67:418-21.
- 4 Nesterenko S, Domire ZJ, Morrey BF, et al. *Elbow strength and endurance in patients with a ruptured distal biceps tendon*. J Shoulder Elbow Surg 2010;19:184-9.
- 5 Panagopoulos A, Tatani I, Tsoumpos P, et al. *Clinical outcomes and complications of cortical button distal biceps repair: a systematic review of the literature*. J Sports Med (Hindawi Publ Corp) 2016;2016:3498403.
- 6 Kodde IF, Baerveldt RC, Mulder PG, et al. *Refixation techniques and approaches for distal biceps tendon ruptures: a systematic review of clinical studies*. J Shoulder Elbow Surg 2016;25:e29-37.
- 7 Haverstock J, Grewal R, King GJW, et al. *Delayed repair of distal biceps tendon ruptures is successful: a case-control study*. J Shoulder Elbow Surg 2017;26:1031-6.
- 8 Ryhänen J, Kaarela O, Siira P, et al. *Recovery of muscle strength after late repair of distal biceps brachii tendon*. Scand J Surg 2006;95:68-72.
- 9 Geaney LE, Mazzocca AD. *Biceps brachii tendon ruptures: a review of diagnosis and treatment of proximal and distal biceps tendon ruptures*. Phys Sportsmed 2010;38:117-25.
- 10 Dillon MT, King JC. *Treatment of chronic biceps tendon ruptures*. Hand (NY) 2013;8:401-9.
- 11 Alentorn-Geli E, Assenmacher AT, Sánchez-Sotelo J. *Distal biceps tendon injuries: a clinically relevant current concepts review*. EFORT Open Rev 2017;1:316-24.
- 12 Morrell NT, Mercer DM, Moneim MS. *Late reconstruction of chronic distal biceps tendon ruptures using fascia lata autograft and suture anchor fixation*. Tech Hand Up Extrem Surg 2012;16:141-4.
- 13 Frank T, Seltzer A, Grewal R, et al. *Management of chronic distal biceps tendon ruptures: primary repair vs semitendinosus autograft reconstruction*. J Shoulder Elbow Surg 2019;28:1104-10.
- 14 Snir N, Hamula M, Wolfson T, et al. *Clinical outcomes after chronic distal biceps reconstruction with allografts*. Am J Sports Med 2013;41:2288-95.
- 15 Ruch DS, Watters TS, Wartinbee DA. *Anatomic findings and complications after surgical treatment of chronic, partial distal biceps tendon tears: a case cohort comparison*. J Hand Surg Am 2014;39:1572-7.
- 16 Phadnis J, Flannery O, Watts AC. *Distal biceps reconstruction using an Achilles tendon allograft, transosseous EndoButton, and Pulvertaft weave with tendon wrap technique for retracted, irreparable distal biceps ruptures*. J Shoulder Elbow Surg 2016;25:1013-9.
- 17 Cross MB, Egidy CC, Wu RH. *Single-incision chronic distal biceps tendon repair with tibialis anterior allograft*. Int Orthop 2014;38:791-5.
- 18 Darlis NA, Sotereanos DG. *Distal biceps tendon reconstruction in chronic ruptures*. J Shoulder Elbow Surg 2006;15:614-9.
- 19 Levy HJ, Mashoof AA, Morgan D. *Repair of chronic ruptures of the distal biceps tendon using flexor carpi radialis tendon graft*. Am J Sports Med 2000;28:538-40.
- 20 Fontana M, Trimarchi A, Colozza A, et al. *Lacertus fibrosus augmentation for distal biceps brachii rupture repair: surgical technique*. Musculoskelet Surg 2016;100(Suppl 1):85-88.
- 21 Weiser LG, Bruno RJ, Strauch R, et al. *Management of chronic biceps tendon rupture*. Tech Hand Up Extrem Surg 2001;5:105-11.
- 22 Porcellini G, Rotini R, Stignani Kantar S, et al. *The elbow; principles of surgical treatment and rehabilitation*. Springer 2019.
- 23 Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. *Surgical techniques for reconstruction of chronic insufficiency of the triceps. Rotation flap using anconeus and tendo achillis allograft*. J Bone Joint Surg Br 2002;84:1116-20.
- 24 Mirzayan R, Acevedo D.C., Sodl JF ed al. *Operative Management of Acute Triceps*. Tendon Ruptures Review of 184 Cases The American Journal of Sports Medicine 2018;46(6):1451-1458.
- 25 Giannicola G, Bullitta G, Rotini R, et al. *Results of primary repair of distal triceps tendon ruptures in a general population: a multicentre study*. Bone Joint J 2018;100-B(5):610-6.
- 26 Tom JA, Kumar NS, Cerynik DL. *Diagnosis and treatment of triceps tendon injuries: a review of the literature*. Clin J Sport Med 2014;24:197-204.
- 27 Mair SD, Isbell WM, Gill TJ, et al. *Triceps tendon ruptures in professional football players*. Am J Sports Med 2004;32:431-4.
- 28 van Riet RP, Morrey BF, Ho E. *Surgical treatment of distal triceps ruptures*. J Bone Joint Surg Am 2003;85:1961-7.
- 29 Wagner JR, Cooney WP. *Rupture of the triceps muscle at the musculotendinous junction: a case report*. J Hand Surg Am 1997;22:341-34.

A. Celli
G. de Luise
L. Celli

Dipartimento di Ortopedia e
Traumatologia: Chirurgia della spalla,
gomito e nervi periferici. Hesperia
Hospital Modena

Lo scollamento asettico della protesi di gomito

Aseptic loosening of the total elbow arthroplasty

Riassunto

Le complicanze dopo artroprotesi di gomito sono ben descritte in letteratura e lo scollamento asettico rientra tra quelle a medio e lungo termine con una maggior incidenza nel gruppo d'impianti eseguiti negli esiti post-traumatici.

I fattori favorevoli allo scollamento asettico riguardano la biomeccanica articolare, il design dell'impianto, la selezione del paziente e la tecnica chirurgica utilizzata.

I principali aspetti da considerare nella scelta del trattamento dello scollamento asettico dipendono dal tipo d'impianto protesico e dalla quantità di osso epifisario e diafisario perso.

Differenti opzioni chirurgiche possono essere utilizzate per il trattamento di questa complicanza come l'impaction bone graft, l'utilizzo di allograft (ossei ed osteo-tendinei) o di componenti protesiche custom made.

Parole chiave: artroprotesi di gomito, scollamento asettico, revisione protesica, procedura di salvataggio

Summary

Complications after total elbow arthroplasty have been well described in the literature.

Aseptic loosening occurs as a mid and long term complication of the total elbow arthroplasty with high incidence in the post-traumatic patients.

The factors that have been identified to account for aseptic loosening are the joint mechanism, the implant design, the patient's selection and the surgical technique used.

The major aspect of the aseptic loosening to be considered for the choice of the surgical techniques are the implant design and the bone loss.

According to the bone loss, different surgical procedures are available as the impaction bone graft, the allograft and the custom made implant.

Key words: total elbow arthroplasty, aseptic loosening, revision arthroplasty, salvage procedure.

Introduzione

Lo scollamento asettico è una complicanza ben nota della chirurgia protesica del gomito e necessita di attente valutazioni radiografiche e cliniche post-operatorie¹. Le cause alla base dello scollamento asettico di una delle componenti o dell'intera protesi di gomito possono essere riassunte in 4 maggiori categorie: fattori dipendenti dalla biomeccanica e dal design protesico, dal paziente con le sue richieste funzionali e dalla tecnica chirurgica d'impianto.

L'impianto protesico del gomito è sottoposto a notevoli forze che si trasmettono dalla mano alla spalla con risultanti vettoriali durante il movimento di flessione-estensione, quantificati in circa 3 volte il peso del corpo.

Per tale motivo, tutti i modelli protesici sia vincolati che di rivestimento sono sottoposti a notevoli forze biomeccaniche che possono comportare l'usura del giunto articolare ed in particolare del polietilene interposto²⁻³.

I fattori che possono influenzare l'usura del polietilene a livello articolare dipendono dalle richieste funzionali del paziente, dal design dell'impianto e dal posizionamento delle componenti protesiche.

L'usura del polietilene comporta un aumento delle sollecitazioni a livello del giun-

Indirizzo per la corrispondenza:
Andrea Celli
celli.andrea.md@gmail.com

to articolare con maggiori sollecitazioni sulle componenti protesiche e con la possibile evoluzione verso una scollamento asettico ².

La valutazione radiografica periodica associata ad un'attenta valutazione clinica permette di osservare precocemente l'usura del polietilene e di valutare interfaccia osso-cemento delle componenti protesiche

Scopo del presente lavoro è quello di esaminare le prevalenti cause dello scollamento asettico, il loro trattamento e definire gli aspetti da considerare per poter eseguire una corretta prevenzione e ridurre l'incidenza di questa complicanza.

I fattori favorevoli lo scollamento asettico

Lo scollamento asettico rientra tra le complicanze a medio e lungo termine dell'impianto di protesi di gomito con un'incidenza media intorno al 9%, mentre le linee di radiolucenza radiografiche sono presenti con una maggiore incidenza intorno al 14% ¹.

Si presenta con un aspetto radiografico a doppio binario tra l'interfaccia osso-cemento o con aree di osteolisi a livello epifisario che si possono estendere alla diafisi come reazione alle particelle metalliche o di polietilene derivate dall'usura del giunto articolare protesico ²⁻³.

Trovare un'unica causa responsabile dello scollamento asettico è estremamente difficile, esistono diversi fattori che possono favorirlo, tra questi, di fondamentale importanza, sono il design del modello protesico, la selezione del paziente e la tecnica chirurgica d'impianto.

L'età del paziente (sotto i 60 anni), associato alle richieste funzionali con impianto eseguito su esiti fratturativi sono tra i fattori di maggior rischio per l'eventuale scollamento o usura precoce del giunto articolare.

L'impianto eseguito in assenza o con deformità dello scheletro epifisario sia ulnare che omerale sono condizioni che aumentano le sollecitazioni sul giunto articolare con una precoce usura del polietilene ed un incremento delle sollecitazioni sulle componenti protesiche.

Questo tipo di situazione si realizza in tutti i modelli protesici con maggior rischio nelle protesi di tipo vincolato con incidenze medie di scollamento intorno il 15% ⁴⁻⁵.

I modelli protesici vincolati presentano superfici articolari in polietilene sottili con elevate sollecitazioni biomeccaniche sul giunto articolare date proprio dal design vincolato dello stesso.

L'usura del polietilene produce un incremento del varo-valgo che viene ben riferito dal paziente come sensazione di maggior instabilità del proprio gomito ²⁻⁴.

La sinovite reattiva è spesso presente come reazione all'usura del giunto o alla mobilizzazione dell'impianto.

Alcuni pazienti soprattutto se con basse richieste funzionali presentano un buon arco di movimento con lieve sintomatologia dolorosa fino ai gradi più avanzati di scollamento protesico ².

In casi di iniziali segni radiografici e clinici di usura del polietilene, la loro sostituzione permette di evitare l'aggravamento delle sintomatologie e di ridurre le sollecitazioni sulle componenti protesiche che possono comportare il loro scollamento ².

L'usura delle componenti in polietilene e le aumentate sollecitazioni sulle componenti protesiche possono essere associate in tutti i diversi modelli protesici ad un mal posizionamento delle componenti.

Il non posizionare correttamente le componenti protesiche, non recuperando il centro di rotazione, produce durante il movimento elevate sollecitazioni a livello dell'interfaccia osso-cemento, con rischio di scollamento della protesi ed in particolare della componente ulnare.

Ulteriore accortezza deve essere posta alla rimozione intra-operatoria di tutti gli osteofiti a livello coronoideo e del capitello radiale per evitare l'impingement con l'impianto protesico.

L'impingement della coronoide sulla componente omerale durante il movimento di flessione produce l'effetto di pistone della componente ulnare che viene sottoposta a forze compressive durante l'estensione e di trazione durante la flessione ⁶.

Ultima attenzione riguarda la metodica di cementazione, che deve essere eseguita con cemento a bassa viscosità utilizzando sistemi dedicati alla cementazione del gomito che prevedano l'utilizzo di cannule adeguate alle dimensioni del canale ulnare ed omerale.

La non corretta cementazione o l'utilizzo di un cemento non adeguato al canale ulnare ed omerale comporta una non adeguata distribuzione del cemento e la comparsa di linee di radiolucenza sul interfaccia osso cemento visibili nell'immediato post-operatorio ¹.

La presenza di una non adeguata cementazione espone al rischio di scollamento asettico viste le notevoli sollecitazioni dell'impianto non solo ai carichi ma anche alle sollecitazioni di trazione e compressione sulle componenti.

La valutazione strumentali

Confrontare le valutazioni radiografiche postoperatorie con i controlli al momento del follow-up permettono di evidenziare zone di radiolucenza e monitorare la loro evoluzione ed estensione a livello dell'interfaccia osso cemento. Non tutte le linee di radiolucenza sono correlate alla mobilizzazione dell'impianto e questo è stato ben messo in evidenza dalla letteratura che osserva come non esista una correlazione tra scollamento clinico e radiografico ¹⁻⁷⁻⁹.

Pertanto la valutazione radiografica deve essere sempre associata a quella clinica per definire correttamente un scollamento asettico.

Le valutazioni radiografiche standard sono necessarie per poter studiare la perdita dell'osso e la sua estensione nel planning preoperatorio, definendo il grado di riassorbimento dell'osso epifisario e meta-epifisario e le dimensioni del canale midollare come conseguenza della componente mobilizzata.

Le valutazioni sul giunto articolare permettono di valutare l'usura del polietilene e la deviazione dell'asse ulnare rispetto a quello omerale.

La valutazione scintigrafica è un ulteriore ausilio alla diagnosi di scollamento protesico ma deve essere sempre associata ad un'attenta valutazione radiografica e clinica.

La scelta della metodica chirurgica e i risultati

Non sempre le valutazioni preoperatorie permettono con certezza di valutare lo stato di solidità delle componenti protesiche, è quindi consigliabile in caso d'intervento di revisione e sostituzione dei cuscinetti avere a disposizione tutte le componenti protesiche per la loro eventuale sostituzione.

Il tipo di ricostruzione chirurgica in caso di accertato scollamento asettico si basa principalmente sulla base della quantità di osso perso, con possibile classificazione in tre diversi gradi basandosi sull'entità del riassorbimento scheletrico ulnare ed omerale (Fig. 1).

I gradi iniziali si presentano con perdita di osso a livello epifisario con conservazione delle due colonne omerali e

della porzione posteriore olecranica.

L'ulteriore evoluzione comporta la perdita dell'osso a livello meta-epifisario che nelle forme più gravi si estende prossimamente alla componente omerale o distalmente alla componente ulnare.

Ulteriore criterio classificativo prende in esame le dimensioni del canale omerale ed ulnare determinate dall'osteolisi dovuta alla mobilizzazione delle componenti protesiche. Sulla base delle dimensioni del riassorbimento osseo cortico spongioso si sceglie la metodica chirurgica che comprende l'impaction bone graft¹⁰, l'utilizzo di allograft in forma di stecche di tibia o massivo mediante ricostruzioni epifisarie e diafisarie¹¹⁻¹³ o l'utilizzo di protesi tipi custom made con maggior ancoraggio a livello epifisario.

Qualunque metodica ricostruttiva venga utilizzata necessita di una adeguata preparazione del canale omerale ed ulnare, dopo la rimozione della componente protesica bisogna prevedere una adeguata rimozione del cemento all'interno del canale.

La rimozione del cemento prossimalmente o distalmente alla protesi omerale ed ulnare è necessario per eseguire un corretto reimpianto.

In alcuni casi, questo step chirurgico può risultare difficile, viene quindi associata un'osteotomia diafisaria a sportello che permetta di liberare completamente il canale.

Dopo aver eseguito la rimozione del cemento, l'osteotomia viene suturata mediante punti transossei con successivo impianto della componente protesica.

In caso di osteotomia particolarmente ampia può essere utilizzato l'impianto a doppio step chirurgico, attendendo la calcificazione dell'osteotomia e poi procedendo all'impianto della componente definitiva.

La maggior stabilità a livello endomidollare può essere ottenuta mediante una componente da revisione, come previsto da diversi modelli, che prevede una stelo di maggiore lunghezza.

Nelle possibili opzioni chirurgiche per trattare la perdita dell'osso epifisario, la metodica del impaction bone graft con osso autologo ed omologo utilizzato nella chirurgia di revisione dell'anca, trova una sua applicazione anche nella chirurgia di revisione del gomito, qualora sia presente una perdita di osso cortico-spongioso a livello epifisario.

La metodica prevede il riempimento con osso autologo ed omologo dello spazio endomidollare omerale ed ulnare dopo aver preventivamente preparato lo spazio per la componente protesica utilizzando una cannula da cementazione¹⁰.

L'osso viene compattato a pressione così da creare un'adeguata struttura di osso spongioso, successivamente si procede all'introduzione del cemento all'interno della cannula ed alla sua rimozione.

Il tal modo l'osso spongioso rimane compattato all'inter-



Figura 1. La classificazione dello scollamento asettico della protesi di gomito si basa su tre diversi gradi basati sull'entità del riassorbimento scheletrico ulnare ed omerale.

no del canale e si può procedere al posizionamento della componente protesica definitiva.

Buoni risultati vengono riportati in letteratura con percentuali di successo e con buona integrazione nel 60% dei pazienti. Condizione necessaria per questa metodica è la conservazione dell'osso epifisario con buon appoggio corticale¹⁰.

In casi di maggior perdita di osso meta-epifisario o diafisario, l'intervento di sostituzione della componente deve prevedere un tempo ricostruttivo scheletrico corticale.

Gli allograft che possono essere utilizzati nelle perdite di osso epifisario si distinguono in allograft ossei (stecche, porzione di epifisi distale sia dell'omero che dell'ulna, porzioni diafisarie) o allograft osteo tendinei (tendine d'achille con porzione di calcagno).

Gli allograft massivi presentano il rischio di infezioni profonde e di una non adeguata callificazione o del loro riassorbimento, per tali ragioni oggi si tende ad eseguire la chirurgia di reimpianto in due step chirurgici.

Prima si rimuove la componente o le componenti scollate, si procede alla rimozione del cemento endomidollare ed al posizionamento e stabilizzazione dell'innesto osseo e preparazione del canale midollare con successivo posizionamento di uno spaziatore in cemento.

Dopo la guarigione con buona vitalità dell'innesto osseo si procede al secondo step chirurgico che prevede il reimpianto delle componenti protesiche.

Questa nuova metodica riduce i rischi di complicanze soprattutto infettive e una eventuale nuova mobilizzazione protesica per cedimento dell'allograft massivo.

La letteratura riguardante i risultati dell'utilizzo di allograft massivi è poco numerosa, ma notevole è la percentuale di complicanze riportate, sia infettive che riguardanti il possibile nuovo cedimento dell'impianto per fallimento dell'allograft^{12,13}.

L'utilizzo degli allograft osteo-tendinei nella chirurgia del gomito trova la loro applicazione in caso di revisione protesi per scollamento asettico della componente ulnare associate a deficit tricipitale¹⁴.

L'assenza della porzione olecranica e del tendine tricipitale necessita di una ricostruzione osteo-tendinea mediante utilizzo del allograft di tendine d'achille con porzione di calcagno.

Questo viene stabilizzato, dopo aver reimpiantato la componente ulnare all'ulna, mediante fili di K e cerchiaggi, la porzione tendinea viene utilizzata per ricostruire l'apparato estensore.

I risultati riportati in letteratura descrivono un buon successo di questa tecnica in termini di recupero della funzione estensoria e d'integrazione dell'allograft¹⁴.

Nella nostra esperienza¹⁵ sull'impianto di protesi di gomito tipo vincolate semiconstrained, il loosening asettico è stato

osservato in una percentuale del 5.1%. La maggior parte dei nostri casi erano esiti di lesioni traumatiche e solo un caso in cui la patologia iniziale era l'artrite reumatoide.

Questo risultato è confortato dai risultati provenienti dalla Mayo Clinic dove la maggior parte dello scollamento asettico si è verificato negli esiti traumatici con percentuali del 19%.

Risultati soddisfacenti sono stati ottenuti secondo il MEPS al momento del follow-up in questo gruppo di pazienti con percentuali del 80%.

Le complicanze hanno riguardato un parziale riassorbimento in caso di allograft massivo.

Conclusione

Lo scollamento asettico è una delle maggiori complicanze degli impianti di protesi di gomito. Non esiste una stretta correlazione tra linee di radiolucenza periprotetiche e quadro clinico di scollamento.

Spesso i pazienti presentano una lieve sintomatologia senza chiari segni di scollamento radiografico.

La valutazione clinica deve stimare il grado d'instabilità articolare e l'eventuale deficit tricipitale che può comportare sollecitazioni a livello protesico.

Le metodiche chirurgiche per il trattamento dello scollamento asettico possono essere eseguite in due step oppure come singola procedura, questo dipende dal grado di perdita d'osso e dalla metodica chirurgica utilizzata per la sua ricostruzione.

In conclusione dobbiamo considerare che la riduzione del rischio di scollamento asettico è possibile con un accurata selezione del paziente in base alle sue attività funzionali e non solo all'età anagrafica, ulteriore aspetto è la metodica d'impianto e la cementazione.

L'incidenza dello scollamento asettico negli esiti della patologia traumatica conferma la notevole utilità della corretta selezione del paziente.

La protesi di gomito è un ottimo presidio per poter migliorare la qualità della vita sia nella patologia degenerativa che traumatica ma notevoli sono le conseguenze sulla vita del paziente di un eventuale suo fallimento.

Bibliografia

- 1 Little CP, Graham A, Carr JA. *Total elbow arthroplasty : a systematic review of the literature in the English until the end of 2003*. J Bone Joint Surg Br 2005;87(B):437-44.
- 2 Lee BP, Adams RA, Morrey BF. *Polyethylene wear after total elbow arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2005;87:1080-7.
- 3 Degreef I, Sciôt R, De Smet L. *Metallosis in revision total elbow arthroplasty. Complications and staging method*. Acta Orthop Belg 2008;74:753-60.

- 4 Goldberg SH, Urban RM, Jacobs JJ, et al. *Modes of wear after semiconstrained total elbow arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2008;90:609-19.
- 5 Figgie MP, Su EP, Kahn B, Lipman J. *Locking mechanism failure in semiconstrained total elbow arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2006;15:88-93.
- 6 Cheung EV, O'Driscoll SW. *Total elbow prosthesis loosening caused by ulnar component pistoning*. J Bone Joint Surg Am 2007;89:1269-74.
- 7 Kelly EW, Coghlan J, Bell S. *Five- to thirteen-year follow-up of the GSB III total elbow arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2004;13:434-40.
- 8 Shi LL, Zurakowski D, Jones DG, et al. *Semiconstrained primary and revision total elbow arthroplasty with use of the Coonrad-Morrey prosthesis*. J Bone Joint Surg Am 2007;89:1467-75.
- 9 Gill DR, Morrey BF. *The Coonrad-Morrey total elbow arthroplasty in patients who have rheumatoid arthritis. A ten to fifteen-year follow-up study*. J Bone Joint Surg Am 1998;80:1327-35.
- 10 Loebenberg MI, Adams R, O'Driscoll SW, Morrey BF. *Impaction grafting in revision total elbow arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2005;87:99-106.
- 11 Kamineni S, Morrey BF. *Proximal ulnar reconstruction with strut allograft in revision total elbow arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2004;86-A:1223-9.
- 12 Mansat P, Adams RA, Morrey BF. *Allograft-prosthesis composite for revision of catastrophic failure of total elbow arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2004;86-A:724-35.
- 13 Renfree KJ, Dell PC, Kozin SH, et al. *Total elbow arthroplasty with massive composite allografts*. J Shoulder Elbow Surg 2004;13:313-21.
- 14 Celli A, Arash A, Adams RA, et al. *Triceps insufficiency following total elbow arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2005;87:1957-64.
- 15 Celli L, Celli A, Loschi R. *The elbow prosthesis: surgical technique and results*. GIOT 2007(suppl 1):S144-S150.

A. Sard
E. Dutto
S. Artiaco

SC Ortopedia e Traumatologia 2,
Chirurgia Mano e Arto Superiore
(Direttore B. Battiston), AOU Città della
salute e della Scienza di Torino, Presidio
CTO

Infezioni in TEA

Periprosthetic infection following Total Elbow Arthroplasty

Riassunto

La protesica del gomito deve essere affrontata con la consapevolezza delle possibili complicanze e degli eventuali rimedi. Le linee guida della SIOT per la prevenzione delle infezioni in chirurgia ortopedica e il documento dell'International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection sono necessari punti di partenza. Il trattamento delle infezioni periprotetiche non ha un'unica soluzione. La conoscenza delle raccomandazioni degli esperti consente di valutare meglio il paziente e di scegliere più consapevolmente l'approccio chirurgico, che parte dalla conservazione dell'impianto e debridement per giungere alla rimozione dell'impianto e resezione.

Parole chiave: gomito, artroplastica, infezione, periprotetica, revisione

Summary

The elbow prosthetic surgery should be approached with the awareness of the possible complications and the possible solutions. The guidelines of the SIOT for the prevention of infection in orthopaedic surgery and the document of the International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection are essential knowledge for this surgery. The treatment of periprosthetic infection does not have a unique solution. The knowledge of the recommendation of the expert allows you to better evaluate the patient and to choose more consciously the surgical strategy: from irrigation and debridement to resection arthroplasty.

Key words: elbow, arthroplasty, infection, periprosthetic, revision

Epidemiologia

Le infezioni, dopo intervento di protesi totale di gomito, sono una delle possibili cause di fallimento del trattamento e le conseguenze sono potenzialmente drammatiche. Nello Stato di New York, dal 2003 al 2012, si verificarono 54 infezioni su 1452 interventi di protesi di gomito, con un'incidenza del 3,7%. La maggior parte (56%) si manifestarono precocemente (entro 3 mesi), ritardate nel 31% (3-24 mesi) e tardive nel 13% (oltre 24 mesi) ¹. Da un'ampia revisione della letteratura del 2017, si apprende che l'incidenza delle infezioni, in conseguenza a 9308 artroplastiche totali di gomito, si attesta sul 2,6%.

Rilevante è la percentuale d'infezioni dopo protesizzazione in acuto per traumi, conseguenza prevalentemente di sofferenze cutanee o vascolari, o nel trattamento degli esiti traumatici, con precedenti osteosintesi. Il 50% dei fallimenti di TEA dopo trauma è conseguenza d'infezione ².

Fattori di rischio e prevenzione

I maggiori fattori di rischio sono: l'artrite reumatoide, l'obesità, l'iperglicemia (oltre 180mg/dl), il tabagismo, le terapie immunosoppressive, l'emofilia e la lunga durata dell'intervento chirurgico.

Da rammentare che la cute del paziente è riconosciuta come la sede principale di origine dei microrganismi causa delle infezioni ortopediche. La detersione preoperatoria la sera prima e la mattina dell'intervento con preparati a base di Clorexidina riducono le colonie microbiche cutanee ed è fortemente raccomandata ³.

Stafilococco Aureus e Stafilococco Epidermidis continuano a essere, come per le

Indirizzo per la corrispondenza:
Arman Sard
arman.sard@gmail.com

infezioni di impianti protesi articolari di altre sedi, i principali patogeni.

Come si evince dalla Linee Guida SIOT 2018 per la Prevenzione delle Infezioni in Ortopedia, l'antibiotico per la profilassi dovrebbe avere un'emivita in grado di coprire l'intervallo di tempo che include le prime due ore dopo incisione⁴. I recenti risultati della Consensus Conference di Philadelphia 2018 confermano un ampio consenso per la profilassi con Cefazolina, cefalosporina di I generazione, dosata in base al peso del paziente (1 gr < 60 kg, 2 gr < 120 kg e 3 gr > 120 kg)⁵. La prima somministrazione endovenosa deve essere praticata 30 minuti prima dell'incisione. Un'azione simile è garantita dalle cefalosporine di seconda generazione (Cefamandolo) mentre in pazienti con accertata reazione allergica alle cefalosporine o in presenza di un'incidenza elevata di infezioni da MRSA la profilassi può essere realizzata con Vancocina. In questo caso il timing di somministrazione dell'antibiotico è differente con necessità di iniziare la somministrazione 90-120 minuti prima dell'incisione. Una seconda dose è raccomandata dopo le 4 ore d'intervento⁵.

La preparazione della cute del sito chirurgico, la preparazione del campo operatorio e i comportamenti da osservare nel corso dell'intervento dovrebbero attenersi alle raccomandazioni generali per la prevenzione delle infezioni in chirurgia ortopedica.

Controversa è l'utilità di teli adesivi, con o senza antimicrobici, sul sito d'incisione; comunque, se utilizzati, si raccomanda di verificarne la completa adesione per tutta la durata dell'intervento⁴.

Il consenso generale degli esperti per l'uso di cemento antibiotato nel primo impianto, deriva dal consenso e dalle evidenze nella protesica di ginocchio e anca⁵.

Sospetto e diagnosi d'infezione

Il sospetto d'infezione, acuta o tardiva che possa essere, deve insorgere quando compaiono: dolore ingravescente e a riposo, perdita progressiva funzionale, arrossamento e ipertermia cutanea locale. Dagli esami ematochimici possiamo avere ulteriori dati: conta leucocitaria, VES e PCR. La conferma della diagnosi di infezione periprotetica si pone su tre dati: la comparsa di una fistola secernente, comunicante con l'impianto (studiata con fistolo-TC), la presenza di fluido francamente purulento a contatto della protesi e l'identificazione in coltura del patogeno, isolato da fluido o tessuto periprotetico.

Il prelievo preoperatorio di fluido da fistola, anche se eseguito sterilmente e profondamente con cannula, è facilmente contaminabile. Più utilizzata l'aspirazione articolare di liquido sinoviale, da inviare per la conta leucocitaria (in particolare neutrofili polimorfonucleati) e per coltura di ae-

robi e anaerobi⁵. Non esistono al momento dati specifici per l'impiego diagnostico di markers del liquido sinoviale come l'esterasi leucocitaria e l'alfa-defensina.

L'esame istologico al congelatore intraoperatorio è raccomandato, anche se con scarse evidenze; non utilizzabile come unico dato, può aggiungersi ad altri elementi. Secondo il criterio della Musculo Skeletal Infection Society (MSIS), la positività è data dalla presenza di più di cinque neutrofili in più di cinque campi ad alto ingrandimento⁶.

Solo nel postoperatorio si ottiene la conferma diagnostica con l'identificazione del patogeno con coltura di tessuto periprotetico frantumato. L'esame è significativo quando il patogeno viene isolato in più di 2 su 5 prelievi biotici. Come terzo isolamento, è ritenuto valido anche quello eseguito con l'aspirazione articolare preoperatoria.

La sonicazione è un'altra metodica utilizzata per l'isolamento del patogeno con coltura del liquido ottenuto distaccando il biofilm con gli ultrasuoni dalle componenti protesiche espianate, immerse in fisiologica (Fig. 1)⁷.

Trattamento chirurgico

Quando gli elementi raccolti precedentemente hanno posto il fondato sospetto d'infezione, ulteriormente sostenuta dalle immagini radiografie e TC, seriate nel tempo, che mostrano una rapida progressione dell'osteolisi periprotetica. Anche se la certa individuazione del patogeno avverrà solo dopo la chirurgia, il riscontro intraoperatorio di fluido francamente purulento a contatto della protesi, oltre alla già identificata fistola comunicante con l'impianto, anche in assenza di evidenze, è consensualmente ritenuto dagli esperti, elemento di conferma diagnostica d'infezione periprotetica⁷.

Le opzioni chirurgiche sono: conservazione dell'impianto e debridement, revisione in un tempo, revisione in due tempi o rimozione impianto-resezione. Trattasi di quattro livelli progressivi di approccio in funzione del quadro clinico generale e locale. Rimane sempre una certa variabilità di procedura da decidere intraoperatoriamente (Fig. 2)⁷.

Non esistono studi comparativi che confrontino la conservazione con la rimozione, è quindi difficile dare raccomandazioni sulle indicazioni. Ulteriore alternativa della rimozione e reimpianto consiste nell'eseguirlo in uno o due tempi. La procedura in due tempi prevede un intervallo variabile con utilizzo di uno spaziatore temporaneo in cemento antibiotato, come da esperienze in ginocchio e anca.

Per procedere alla conservazione e debridement, "conditio sine qua non" la perfetta stabilità delle due componenti protesiche, omerale e ulnare. La tecnica prevede abbondante irrigazione, anche con antisettici come Betadine diluito, e accurata pulizia con ottenimento di perfetti margini di debridement⁸.

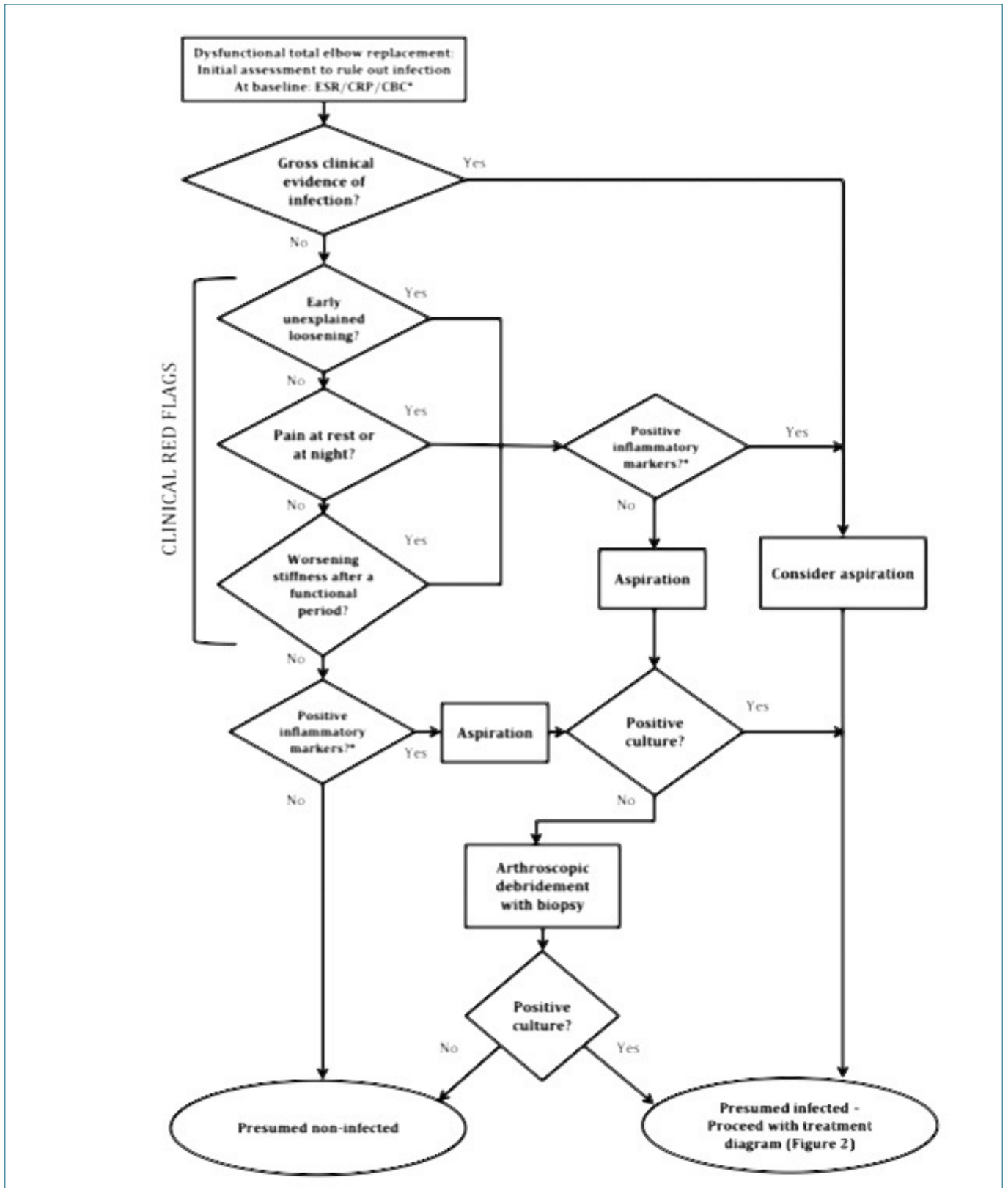


Figura 1. Algoritmo diagnostico 7.

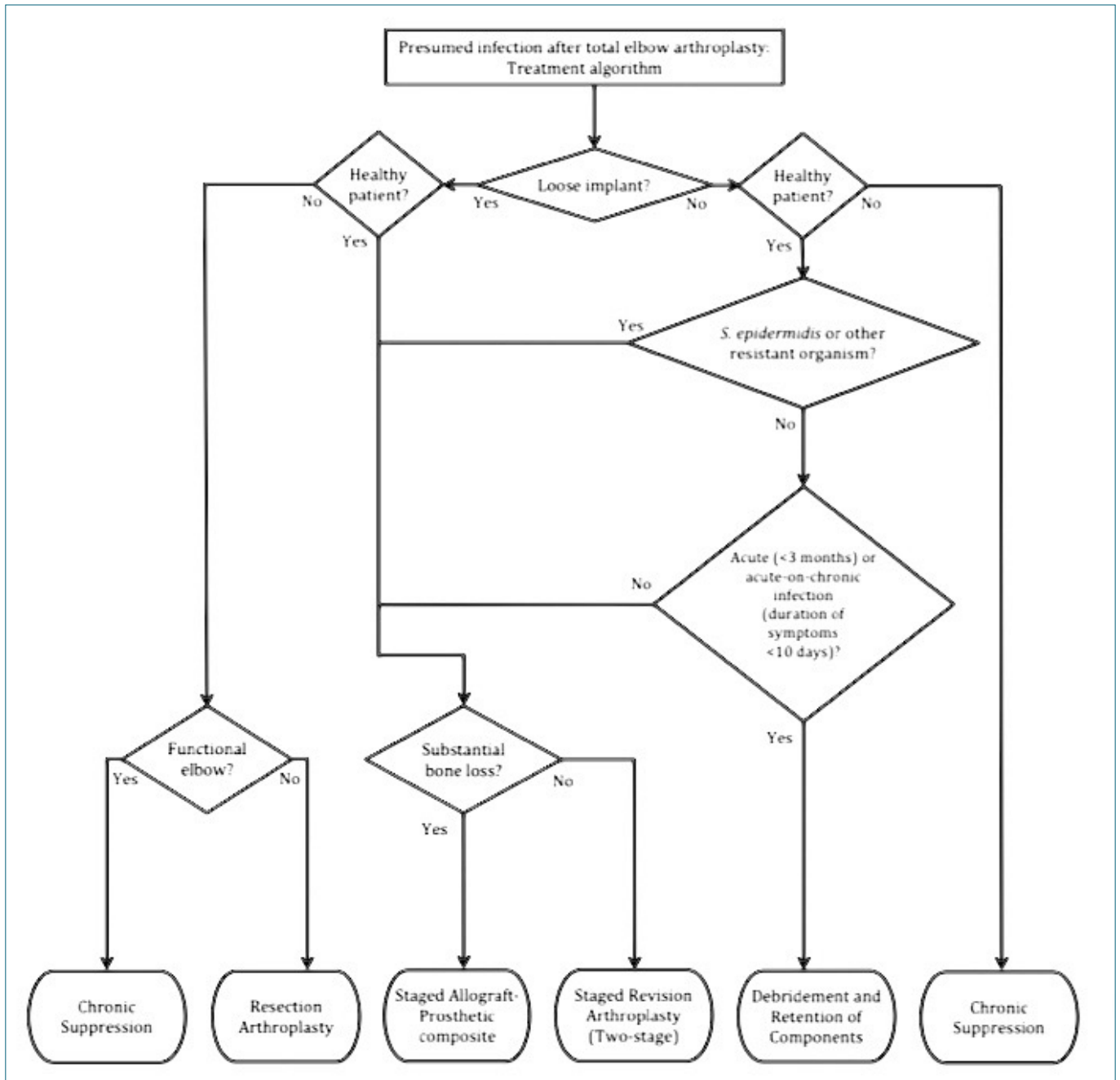


Figura 2. Algoritmo terapeutico ⁷.

Nell'ambito di un programma chirurgico conservativo, può succedere di riscontrare l'instabilità di una sola componente protesica. In questa eventualità è consigliabile conservare la componente stabile e revisionare solo l'instabile. Gli studi che confrontano la conservazione e debridement con la revisione o che confrontano la revisione in un tempo con la revisione in due tempi sono scarsi. In un recente

studio, su 26 pazienti trattati per infezione dopo TEA, 10 sono stati trattati con conservazione dell'impianto e debridement e 16 con revisione e di questi solo 12 sono poi stati sottoposti e reimpianto. Del primo gruppo il 50% ha presentato la ricomparsa dell'infezione, mentre del secondo gruppo solo il 25% ⁹. In altro recente studio, sono stati trattati 19 pazienti con

procedura di revisione in due tempi. Di questi, i 16 (84%) sono risultati bonificati ¹⁰.

La revisione in due tempi dovrebbe essere considerata nei casi cronici, con compromissione dei tessuti molli periprotetici o con quadro settico sistemico.

Oltre alla rimozione delle componenti protesiche, deve essere rimosso anche il cemento, cercando di salvaguardare il tessuto osseo vascolarizzato, poichè il successo del reimpianto dipende anche dalla quantità di osso residuo. Nella revisione si deve anche considerare la possibilità di dovere ripristinare la perdita di sostanza ossea, la continuità del tricipite e la copertura cutanea.

L'aspirazione, prima del secondo tempo chirurgico, ha una logica razionale ed è praticato dagli esperti, pur senza l'evidenza di studi specifici. Il liquido periprotetico aspirato, deve essere inviato sia per la conta dei globuli bianchi (in particolare neutrofili polimorfonucleati) che per la coltura di aerobi e anaerobi ⁵.

La resezione permanente rimane il trattamento di salvataggio per situazioni croniche e dopo precedente tentativo di revisione, in pazienti a scarse richieste funzionali. Queste infezioni raramente presentano sintomi sistemici, tuttavia dobbiamo considerare l'età a volte avanzata del paziente e la sua funzionalità epatica e renale, in previsione delle terapie antibiotiche post-chirurgiche.

La conservazione dei condili, mediale e laterale, e la conservazione della fossa olecranica consente una migliore residua funzionalità.

In un raro e recente studio sui risultati a lungo termine di 30 gomiti trattati con resezione, dopo fallimento per infezione di protesi, riporta una elevata percentuale di complicanze: fratture intraoperatorie 35%, infezione persistente nel 47%, lesioni neurologiche permanenti 18%. Nel 47% dei casi è stato quindi necessario un ulteriore trattamento chirurgico ^{11 12}.

L'artrodesi di gomito, dopo resezione, può essere tentata in casi con scarsi e insoddisfacenti risultati funzionali. Può essere eseguita, dopo guarigione del quadro settico, solo se ancora presente un osso residuo sufficiente, con adeguati tessuti molli di copertura e buona vascolarizzazione ¹³.

Sono sempre possibili i salvataggi estremi con innesti ossei omologhi o di banca e innesti dermo-epidermici. Le tecniche microchirurgiche ci forniscono ulteriori possibilità ricostruttive come l'autotrapianto osseo vascolarizzato e i lembi cutanei peduncolati o liberi.

Bibliografia

- Somerson JS, Boylan MR, Hug KT, et al. *Risk factors associated with periprosthetic joint infection after TEA*. *Shoulder Elbow* 2019;11:116-20.
- Prkic A, Welsink C2, The B, et al. *Why does total elbow arthroplasty fail today?* *Arch Orthop Trauma Surg* 2017;137:761-9.
- Johnson AJ, Daley JA, Zywiell MG, et al. *Preoperative chlorhexidina preparation and incidence of surgical site infections after hip arthroplasty*. *J Arthroplasty* 2010;25(suppl.6):98-102.
- Linee guida SIOT. *Prevenzione delle infezioni in chirurgia ortopedica*. GIOT 2018;44:2-29
- International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection. *Part IX elbow*. Philadelphia 2018.
- Tsaras G, Maduka-Ezeh A, Inwards CY, et al. *Utility of intraoperative frozen section histopathology in diagnosis of periprosthetic joint infection*. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:1700-11.
- Somerson JS, Morrey ME, Sanchez-Sotelo J. *Diagnosis and management of periprosthetic elbow infection*. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97:1962-71.
- Streubel PN, Sanchez-Sotelo J, Morrey ME. *Infection in total elbow arthroplasty with stable components*. *Bone Joint J* 2016;98-B:976-83.
- Zmistowski B, Pourjafari A1, Padegimas EM, et al. *Treatment of periprosthetic joint infection of the elbow: 15-year experience at a single institution*. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:1636-41.
- Rudge WB, Eseonu K2, Brown M, et al. *The management of infected elbow arthroplasty by two-stage revision*. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:879-86.
- Zarkadas PC, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. *Long-term outcome of resection arthroplasty for the failed total elbow arthroplasty*. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:2576-82.
- Rhee YG, Cho NS2, Park JG, et al. *Resection arthroplasty for periprosthetic infection after total elbow arthroplasty*. *J Shoulder Elbow Surg* 2106;25:105-11.
- Otto RJ, Mulieri PJ, Cottrell BJ, et al. *Arthrodesis for failed total elbow arthroplasty with deep infection*. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:302-7.

(Caso clinico esempio in presentazione congressuale)

R. Garofalo

UOSD Chirurgia Arto Superiore, Ospedale
regionale F. Miulli Acquaviva delle fonti,
Bari, Italy

Cause di fallimento protesico

Failed shoulder arthroplasty

RIASSUNTO

Poiché l'incidenza dell'artroplastica di spalla continua ad aumentare, il chirurgo della spalla ortopedica sarà sempre più di fronte al difficile problema di valutare un fallimento protesico. Il paziente è di solito insoddisfatto del risultato della precedente artroplastica a causa del dolore, ma potrebbe lamentarsi di rigidità, instabilità o limitata forza. È necessario un approccio completo e sistematico in modo che possa essere avviato il percorso terapeutico più appropriato. Una corretta anamnesi ed esame obiettivo sono i primi passi nella valutazione. Gli studi diagnostici sono numerosi e comprendono gli esami di laboratorio, la radiologia tradizionale, la TC, ecografia, aspirazione articolare, scintigrafia ossea, ed elettromiografia. Le cause comuni di dolore precoce dopo protesi di spalla includono problemi tecnici legati alla chirurgia, come malposizionamento o dimensionamento improprio della protesi, infezione periprotetica, danno neurologico e sindrome algodistrofica. Dolore che si presenta dopo un intervallo libero da sintomi può essere correlato a infezione periprotetica cronica, usura e mobilitazione delle componenti protesiche, erosione glenoidea, degenerazione della cuffia e frattura. La rigidità invece può derivare da una riabilitazione postoperatoria inadeguata, fattori correlati all'impianto e ossificazione eterotopica. L'instabilità è generalmente causata da deficit della cuffia dei rotatori, o del deltoide, fattori correlati all'impianto o perdita di sostanza ossea. La riduzione della forza invece va ricercata in un problema della cuffia dei rotatori o in una disfunzione del deltoide. Sfortunatamente, determinare la causa di un fallimento protesico può essere difficile, e in molte situazioni, la causa del dolore e della disfunzione è multifattoriale.

Parole chiave: protesi di spalla, fallimento, risultato non soddisfacente, fallimento di impianto protesico

Summary

As the incidence of shoulder arthroplasty continues to rise, the orthopedic shoulder surgeon will be increasingly faced with the difficult problem of evaluating a failed shoulder arthroplasty. The patient is usually dissatisfied with the outcome of the previous arthroplasty as a result of pain, but may complain of poor function due to limited range of motion or instability or weakness. A thorough and systematic approach is necessary so that the most appropriate treatment pathway can be initiated. A comprehensive history and physical examination are the first steps in the evaluation. Diagnostic studies are numerous and include laboratory values, plain radiography, computed tomography, ultrasound imaging, joint aspiration, nuclear scans, and electromyography. Common causes of early pain after shoulder arthroplasty include technical issues related to the surgery, such as malposition or improper sizing of the prosthesis, periprosthetic infection, neurologic injury, and complex regional pain syndrome. Pain presenting after a symptom-free interval may be related to chronic periprosthetic infection, component wear and loosening, glenoid erosion, rotator cuff degeneration, and fracture. Poor range of motion may result from inadequate postoperative rehabilitation, implant-related factors, and heterotopic ossification. Instability is generally caused by rotator cuff deficiency and implant-related factors. Weakness is usually related to rotator cuff or deltoid dysfunction. Unfortunately, determining the cause of a failed shoulder arthroplasty can be difficult, and in many situations, the source of pain and disability is multifactorial.

Key words: shoulder arthroplasty, failure, unsatisfactory outcome, failed shoulder replacement

Indirizzo per la corrispondenza:

Indirizzo per la corrispondenza:

Raffaele Garofalo

UOSD Chirurgia Arto Superiore, Ospedale
regionale F. Miulli Acquaviva delle fonti,
via Padova 13, 70029 Santeramo in
Colle, Bari, Italy

raffaelegarofalo@gmail.com

Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito ad un sostanziale incremento del numero di impianti protesici di spalla e di conseguenza in maniera sempre più frequente, ci si trova dinanzi ad un paziente con un fallimento chirurgico¹⁻³.

Una delle cose più importanti da definire quando si parla di fallimento di un impianto è stabilire se stiamo analizzando un fallimento clinico o radiografico. Infatti, se prendiamo ad esempio in considerazione un impianto di protesi totale anatomica sappiamo che nel tempo molti impianti glenoidei tendono a mostrare aree di radiolucenza, ma molte di queste non sono sintomatiche e non necessariamente arrivano ad un fallimento dell'impianto⁴. Stesso discorso vale quando si parla di posizionamento dell'impianto glenoideo in una protesi inversa (RSTA), o di un posizionamento in varo valgo di uno stelo protesico. Sappiamo infatti che un posizionamento verso l'alto di una baseplate in un una RSTA può essere a rischio di fallimento, così come uno scapular notching severo può portare ad un risultato clinico non ottimale o essere causa di revisione, ma questo non è sempre vero⁵. Pertanto, riteniamo che il fallimento di un impianto protesico debba avere una base clinica (sintomatologia del paziente) e che le indagini strumentali debbano confermare o meno tale sospetto.

Le cause di fallimento di un impianto protesico possono essere comuni o possono essere impianto specifici. Sappiamo infatti che oggi il panorama di impianti a disposizione è molto vasto e comprende le protesi di rivestimento, le stemless, le protesi con stelo corto o convenzionale; inoltre tali protesi possono essere impiantate come endoprotesi o come TSA, e poi ci sono le RTSA.

La valutazione dei pazienti con un fallimento protesico richiede pertanto un approccio sistematico in modo da poter identificare la causa o le cause dello scarso risultato clinico in modo da poter formulare un corretto piano di trattamento⁶.

Fallimento protesico: principi generali

Dal punto di vista clinico un paziente con un probabile fallimento di protesi di spalla può presentarsi all'attenzione del chirurgo per un problema di dolore, rigidità, instabilità o per un deficit di forza; ovviamente questi sintomi possono anche essere associati.

Tali sintomi raccolgono al loro interno, tutte quelle che possono essere le cause di un fallimento di un impianto protesico includendo un malposizionamento delle componenti protesiche, un'errata indicazione chirurgica, un'errata gestione intraoperatoria delle parti molli, una errata gestione del periodo postoperatorio, una lesione o una non funzione della cuffia dei rotatori, una scarsa attività intrinseca o secondaria del deltoide, la non corretta gestione del deficit osseo, un'infezione, una mobilizzazione dell'impianto, una frattura periprotetica o del cingolo scapolare.

Principali sintomi e cause di un impianto protesico

Dolore

Il dolore è il sintomo più frequente di un fallimento di impianto protesico^{3,7}. Quando il paziente si presenta con un dolore bisogna chiederne le caratteristiche.

Alcuni studi hanno rivelato che un dolore persistente senza causa, può essere presente sino a 2 anni dopo chirurgia protesica circa nel 22% dei casi; è più frequente nel caso di protesi su frattura e probabilmente avrebbe un'origine neurologica⁸.

Quando si prende in considerazione il dolore, innanzitutto bisogna verificare se vi sia stato un periodo di assenza di dolore (SFI: symptoms free interval) dopo la chirurgia o se la spalla abbia sempre fatto male; questo è un dato fondamentale.

Il dolore persistente senza SFI dopo chirurgia può essere legato a: infezione, danno neurologico (es. stiramento intraoperatorio di nervi o eccessivo allungamento dell'arto in caso di RTSA, danno iatrogeno del plesso brachiale da blocco interscalenico, neuroprassia dell'ascellare in caso di frattura dell'omero prossimale), e algodistrofia⁹. Ci possono essere altre numerose cause spesso legate ad errori di indicazione o tecnici: esempi sono una protesi di rivestimento o una endoprotesi in caso di avanzata artrosi della glenoide, una frattura periprotetica iatrogena, un malposizionamento di un impianto, un'overtensioning per testa omerale troppo grande, overstuffing, errato mismatch in caso di TSA, impingement meccanico, o anche una protesi con micromovimenti che non arriva mai ad ottenere una buona fissazione.

È importante valutare se il dolore è legato all'attività; questo può essere tipico nei pazienti con RTSA che eseguono molti sforzi con il braccio (sovraccarico del deltoide).

Un dolore che insorge dopo SFI, può a sua volta essere legato a diverse cause:

un'infezione subacuta o tardiva (ematogena), oppure una mobilizzazione asettica dell'impianto glenoideo o omerale¹⁰. In caso di precedente endoprotesi può esservi un'erosione o un'artrosi glenoidea secondaria.

In caso di TSA una degenerazione progressiva della cuffia dei rotatori può causare dolore oltre che una instabilità dell'impianto in caso di progressione del danno tendineo.

Altra causa di dolore dopo SFI è quello legato alle fratture. Ci possono essere comuni a tutti gli impianti, oppure fratture impianto specifiche come ad esempio le fratture acromiali o della scapola proprie delle RSTA. Queste fratture possono essere da insufficienza, possono essere anche legate ad un trauma, ma spesso sono associate ad errori

tecniche come overtensioning dell'impianto o errato posizionamento delle viti di fissazione della baseplate.

Rigidità

La rigidità è il secondo sintomo più frequente in caso di un fallimento protesico³. Molte delle cause di rigidità possono anche causare dolore al paziente, mentre altre pur non dando dolore possono ridurre l'articolazione dell'articolazione scapolo omerale causando non soddisfazione del paziente. In caso di un'endoprotesi, o di una TSA la scelta di componenti di taglia sovradimensionata (oversizing) possono provocare un overstuffing articolare, così come il non perfetto management delle parti molli (release capsulare e muscolo tendineo). Impiantare uno stelo protesico in varo o troppo alto. Anche una non completa resezione degli osteofiti può ridurre l'escursione articolare¹¹.

In caso di una RSTA un eccessivo allungamento dell'arto operato con eccessivo overtensioning del deltoide può essere responsabile di ridotta elevazione oltre che di dolore. La presenza di ossificazioni eterotopiche eccessive possono limitare l'escursione articolare oltre che dolore.

In caso di fratture dell'omero prossimale una particolare attenzione alle tuberosità è fondamentale per la funzione della spalla. Una migrazione o un'errata consolidazione delle tuberosità può inficiare la funzione della spalla.

Altro dettaglio importante riguarda l'esecuzione di una corretta fisioterapia nel periodo post chirurgico. La mobilizzazione, nel rispetto delle parti molli oltre che dell'integrità dell'impianto, deve iniziare nel periodo più precoce possibile.

In ultima analisi, non si deve dimenticare che la presenza di rigidità che compare all'improvviso dopo che la spalla con impianto protesico ha funzionato bene, specie se associata a dolore può essere un segno di infezione "lenta" della spalla.

Instabilità

L'instabilità rappresenta la terza causa di fallimento protesico. La percentuale di instabilità dopo una TSA è stimata essere di circa il 4%¹². Mentre nell'ambito di una RSTA tale percentuale è riportata con una variabilità tra il 6% ed il 14%: Tuttavia tale percentuale sale nei casi di chirurgia protesica di revisione¹³.

Diverse possono essere le cause di instabilità ed alcune sono specifiche del tipo di impianto utilizzato.

In generale le cause principali possono essere legate ad una disfunzione della cuffia dei rotatori in particolare in caso di una TSA. In questi casi la forma più comune è quella di un'instabilità anteriore dovuta ad una disfunzione del sottoscapolare. Più rare sono le forme di instabilità superiore dovute ad una insufficienza della cuffia posterosuperiore. Spesso queste si verificano con un progres-

sivo deterioramento della cuffia dei rotatori e sono anche responsabili anche di una mobilizzazione secondaria delle componenti protesiche (rocking horse phenomenon) oltre che di una disfunzione della spalla.

Un'altra potenziale causa di instabilità è quella legata al malposizionamento delle componenti protesiche. Un'eccessiva retroversione della componente omerale, o selezionare teste troppo piccole nel caso di una TSA, oppure posizionare una componente glenoidea in retroversione può essere causa di instabilità. Così come un difetto osseo anteriore alla glena può comportare una instabilità anteriore. In caso di una RSTA la causa più frequente di instabilità è dovuta ad un errato tensionamento del deltoide a sua volta riconducibile ad un posizionamento troppo in basso della componente omerale, dal posizionare la componente glenoidea troppo alta, oppure da un'atonìa del deltoide a causa di un danno del nervo ascellare.

Un'eccessiva medializzazione dell'impianto può causare instabilità per una riduzione del wrapping angle del deltoide o per impingement mediale e "candeliver" effect.

Anche la perdita di osso a livello dell'omero prossimale (revisioni) può essere causa di instabilità per perdita del wrapping angle in cui le forze del deltoide da forze in compressione si trasformano in forze in distrazione. Dubbi esistono sull'importanza del sottoscapolare nel determinismo di instabilità in caso di RTSA. Un malposizionamento della componente omerale o glenoidea in termini di ante/retroversione o una dissociazione dell'impianto, così come una non buona fissazione può causare instabilità. In caso di protesi eseguita su frattura dell'omero prossimale una non consolidazione o migrazione delle tuberosità può causare instabilità per impingement o per conseguente bone loss dell'omero prossimale.

In ultimo seppur remota come ipotesi, sempre pensare ad una possibile infezione in caso di instabilità dell'impianto protesico.

Deficit di forza

Un'altra causa di fallimento protesico è quella del deficit di forza riferito dal paziente. In caso di TSA tale deficit spesso è riferito nell'elevazione e può essere legato ad una insufficienza della cuffia posterosuperiore o del sottoscapolare, non grave magari da provocare un'instabilità dell'impianto protesico.

In caso di una RSTA i pazienti possono presentarsi per un deficit di forza in elevazione dovuto ad un errato tensionamento del deltoide o ad una neuroprassia (spesso post traumatica) o disfunzione del deltoide stesso. Tuttavia non va dimenticato che il grado di funzione di una RSTA è intrinsecamente legato al volume del muscolo deltoide che varia da paziente a paziente¹⁴.

Un'altra possibilità di presentazione può essere quella di

pazienti operati per RSTA per frattura dell'omero prossimale e che giungono all'attenzione del medico per una deficit isolato della rotazione esterna (ILER) occorso a causa di un riassorbimento completo delle tuberosità o da una loro mancata reinserzione al momento della chirurgia. Ne consegue una perdita della funzione della cuffia dei rotatori posteriore alta e bassa e bone loss dell'omero prossimale.

Conclusioni

Il fallimento di un impianto di protesi di spalla rappresenta un'entità clinica complessa che richiede un diligente workup ed una conoscenza dei possibili meccanismi di fallimento. Le cause possono essere diverse e spesso associate tra di loro rendendo spesso la diagnosi ed il trattamento di questa patologia molto difficile.

Bibliografia

- 1 Gonzalez JF, Alami GB, Baque F, et al. *Complications of unconstrained shoulder prostheses*. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:666-82.
- 2 Zumstein MA, Pinedo M, Old J, et al. *Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systemic review*. J Shoulder elbow Surg 2010;20:12-22.
- 3 Franta AK, Lenters TR, Mounce D, et al. *The complex characteristics of 282 unsatisfactory shoulder arthroplasties*. J Shoulder Elbow Surg 2007;16:555-62.
- 4 Castagna A, Garofalo R. *Journey of the glenoid in anatomic total shoulder replacement*. Shoulder Elbow 2019;11:140-8.
- 5 Mollon B, Mahure SA, Roche CP, et al. *Impact of scapular notching on clinical outcomes after reverse total shoulder arthroplasty: an analysis of 476 shoulders*. J Shoulder Elbow Surg 2017;26:1253-61.
- 6 Favard L. *Revision of total shoulder arthroplasty*. Orthop traumatol Surg Res 2013;99(Suppl 1):s12-21.
- 7 Boardman ND 3rd, Cofield RH. *Neurologic complications of shoulder surgery*. Clin Orthop Relat Res 1999;368:44-53.
- 8 Bjornholdt KT, Brandsborg B, Soballe K, et al. *Persistent pain is common 1-2 years after shoulder replacement*. Acta Orthop 2015;86:71-7.
- 9 Parisien RL, Yi PH, Hou L, et al. *The risk of nerve injury during anatomical and reverse total shoulder arthroplasty: an intraoperative neuromonitoring study*. J Shoulder Elbow Surg 2016;25:1122-7.
- 10 Melis B, DeFrancoM, Ladermann A, et al. *An evaluation of the radiological changes around the Grammont reverse geometry shoulder arthroplasty after eight to 12 years*. J Bone Joint Surg Br 2011;93:1240-6.
- 11 Harryman DT, Sidles JA, Harris SL, et al. *The effect of articular conformity and the size of the humeral head component on laxity and motion after glenohumeral arthroplasty. A study in cadavera*. J Bone Joint Surg Am 1995;77:555-63.
- 12 Gonzalez JF, Alami GB, Baque F, et al. *Complications of unconstrained shoulder prostheses*. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:666-82.
- 13 Gallo RA, Gamradt SC, Mattern CJ, et al. *Instability after reverse total shoulder replacement*. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:584-90.
- 14 Yoon JP, Seo A, Kim JJ, et al. *Deltoid muscle volume affects clinical outcome of reverse total shoulder arthroplasty in patients with cuff tear arthropathy or irreparable cuff tears*. PlosOne 2017;12:e 0174361.

M. Borroni
G. Delle Rose
R. Ranieri
A. Castagna

Humanitas Research Hospital, Rozzano
(MI)

Pianificazione della revisione nella chirurgia protesico di spalla

Revision strategies in shoulder replacement

Riassunto

La chirurgia di revisione protesica di spalla è in continua espansione a causa dell'esponenziale aumento di primi impianti ed è una chirurgia estremamente complessa e impegnativa anche per i chirurghi più esperti. Necessita pertanto di un'accurata pianificazione e di una accurata tecnica chirurgica. In questo articolo verranno analizzate le fasi di preparazione a un intervento di revisione protesica in relazione ai vari tipi di protesi impiantata.

Parole chiave: protesi di spalla, revisione, pianificazione, protesi inversa

Summary

The number of revision shoulder arthroplasty is progressively increasing due to the exponential growth of the primary shoulder arthroplasty surgery. Revisions are extremely complex and very demanding surgery, also for expert surgeons. For these reasons they require a careful preoperative planning and an accurate surgical technique. In this paper the steps for the preparation to revision surgery will be presented in relation to the different kinds of implants.

Key words: shoulder arthroplasty, shoulder replacement, shoulder revision, planning, reverse shoulder arthroplasty

Negli ultimi 20 anni il mondo della protesica di spalla ha subito una crescita esponenziale grazie all'introduzione di nuove tecniche, nuovi design protesici e alla migliore comprensione della funzionalità dell'articolazione. In Italia, pur viaggiando ancora su ritmi molto inferiori rispetto all'anca e al ginocchio, la protesica di spalla ha subito in proporzione il maggiore aumento in termini numerici, con il numero di impianti annuali che è all'incirca quintuplicato negli ultimi 15 anni¹. Considerando la disponibilità di dati a lunghi follow-up e l'aumento dell'esperienza dei chirurghi, soprattutto per quanto riguarda la protesi inversa, le indicazioni si sono progressivamente allargate² e spesso le protesi vengono impiantate anche in pazienti giovani in cui la probabilità di un reintervento è sicuramente maggiore³. La conseguenza di questa evoluzione è che il tasso di revisioni sta aumentando e aumenterà repentinamente nei prossimi anni per cui la "sfida" del chirurgo della spalla del futuro sarà proprio il sapere correttamente gestire quei pazienti che necessiteranno di una revisione.

Gli interventi di revisione, nell'ambito della ortopedia protesica sono certamente gli interventi più difficili, in quanto richiedono una conoscenza perfetta del distretto anatomico, della biomeccanica, delle tecniche e degli strumenti disponibili e la tendenza è sempre più quella di concentrare questi tipi di interventi in centri specialistici ad alti numeri, migliorando in questo modo i risultati dell'intervento.

Per la corretta gestione di una revisione di protesi di spalla l'aspetto fondamentale è la conoscenza delle cause di fallimento della protesi, per cui in questo senso, escludendo le infezioni, le fratture periprotetiche e gli errori nel posizionamento delle componenti protesiche che interessano tutte le tipologie di impianti, si aprono tre grandi capitoli, in relazione al tipo di protesi impiantata:

- Endoprotesi: seppur le indicazioni alla protesizzazione della sola componente omerale sono diminuite, l'endoprotesi è un'opzione valida in determinate cate-

Indirizzo per la corrispondenza:

Mario Borroni
via Manzoni, 56
20089 Rozzano (MI)
mario.borroni@gmail.com

gorie di pazienti e le complicanze sono la (rara) mobilitazione della componente omerale, l'erosione glenoidea, il fallimento della cuffia dei rotatori (con possibile conseguente instabilità dell'impianto) e, soprattutto nei casi post traumatici, il riassorbimento o il vizioso posizionamento delle tuberosità ⁴.

- Artroprotesi anatomiche: le complicanze postoperatorie che possono presentarsi sono la mobilitazione delle componenti, l'erosione sia ossea che del liner, il disassemblaggio della componente glenoidea o omerale, l'instabilità, la rottura della cuffia dei rotatori ⁵.
- Artroprotesi inversa: le complicazioni più frequenti sono l'instabilità e la mobilitazione della componente glenoidea; altre meno frequenti sono le fratture di acromion o della spina della scapola, il disassemblaggio delle componenti, la mobilitazione omerale, e le lesioni nervose ⁶.

Occorre pertanto partire con un'accurata anamnesi, con particolare attenzione alla diagnosi preoperatoria, alla cartella clinica e ai dettagli tecnici del precedente intervento: tale passaggio può già chiarire se sono stati commessi errori di diagnosi o di scelta dell'impianto.

Si procede quindi con l'esecuzione di radiografie di spalla (in proiezione AP, AP Greshy, ascellare e Y della scapola oltre che del lato controlaterale) per poter individuare eventuali fratture, mobilitazioni delle componenti protesiche e, è in genere consigliata anche l'esecuzione di una TC, con ricostruzione 3D e soppressione dei metalli, per poter meglio individuare fratture non visibili alla RX ⁷, per la valutazione della cuffia dei rotatori e soprattutto per valutare il corretto posizionamento delle componenti protesiche (versione, inclinazione, bone stock).

Un capitolo a parte meritano gli accertamenti per escludere una possibile infezione: devono essere eseguiti esami ematochimici (VES, PCR, IL-6, D-dimero), anche se poco sensibili, dal momento che, a differenza di altre articolazioni, la scarsa quantità di liquido sinoviale presente nella spalla, rende un'artrocentesi pre-revisione quasi sempre impossibile e le analisi chimico-fisiche e cellulari da campioni intra-operatori difficoltose.

Il secondo passaggio per la corretta pianificazione di una revisione protesica è l'inquadramento del paziente.

Età, richieste funzionali, condizioni generali del paziente devono essere ben valutate prima di ipotizzare una revisione protesica in considerazione sia dei non brillanti risultati clinici che dell'alto tasso d'infezione che caratterizza le revisioni.

Pertanto, ad esempio, una endoprotesi o un'artroprotesi anatomica di spalla fallita per rottura della cuffia dei rotatori, ma non dolorosa, può rappresentare un'indicazione alla revisione con protesi inversa in un paziente giovane e attivo, mentre in un paziente anziano con scarse richieste funzionali, si può optare per un trattamento conservativo,

Endoprotesi

Se la causa della revisione è legata al fallimento delle tuberosità o della cuffia dei rotatori o in caso di erosione glenoidea, l'obiettivo dovrebbe essere quello di trasformare l'endoprotesi in una protesi inversa.

In questo caso l'avvento dei sistemi modulari, ormai forniti dalla maggior parte degli impianti attualmente disponibili sul mercato, rende possibile il mantenimento dello stelo, e l'impianto di una componente glenoidea (baseplate + gleno sfera) e di un corpo inverso.

Se ciò non fosse possibile o in caso di mobilitazione dello stelo omerale, occorre rimuovere lo stelo dell'endoprotesi per poter impiantare una protesi inversa da zero.

La rimozione di uno stelo ben fissato (situazione comune anche alle protesi totali e alle inverse) può essere complicato e può richiedere uno split della diafisi, da preferirsi all'opzione di creare una finestra ossea: in questi casi è meglio avere sempre a disposizione sia strumenti per la rimozione dello stelo (battitori), sia strumentari dedicati per la rimozione di eventuale cemento (scalpelli, cucchiari e curette), sia cerchiaggi che steli lunghi da revisione in caso di scarso bone stock ⁸.

È importante in caso di erosione glenoidea essere pronti a poter impiantare anche un innesto osseo (autologo o eterologo) nella zona del deficit osseo glenoideo ^{9 10}. Un altro fattore da considerare è la possibilità di fallimento causato da malposizionamento delle componenti, con protesi sintomatiche che risultano spesso overstuffed ¹¹.

In questi casi si può prendere anche in considerazione la semplice revisione delle componenti imputate, variando le dimensioni della testa o l'orientamento del corpo omerale, in caso di impianti modulari o revisionando l'intero impianto rimuovendo anche lo stelo.

In questi casi è di grande utilità è l'esecuzione di un RX in proiezione AP di entrambe le spalle in modo da poter valutare la riproduzione dell'anatomia del paziente con il nuovo impianto.

Protesi anatomica

Nel caso delle protesi anatomiche le considerazioni sono molto simili a quelle fatte per le endoprotesi per quanto riguarda la componente omerale.

Il versante glenoideo costituisce, invece, il principale punto debole dell'artroprotesi anatomica e, storicamente, è l'aspetto tecnico sul quale si è maggiormente concentrata la ricerca per lo sviluppo di nuovi impianti. In sintesi ci sono tre tipologie di design della componente glenoidea: gli impianti all-poli cementati, quelli metal-backed e gli impianti ibridi ¹². Ognuna di queste presenta peculiari modalità di fallimento, con conseguenti differenti modalità di revi-

sione¹³. La diagnosi della mobilizzazione glenoidea è da mettere in relazione alla presenza di linee di radiolucenza riscontrate sugli esami Rx, anche se il tasso di revisione in questi casi è nettamente inferiore rispetto alla prevalenza di linee di radiolucenza¹³.

Nel caso di revisione di componenti glenoidee in polietilene, il punto cruciale è rappresentato non tanto dalla difficoltà nella rimozione dell'impianto, quanto nella gestione del deficit osseo conseguente, opportunamente classificato da Antuna, con lo scopo di stabilire la migliore strategia da seguire per la revisione: in questi casi è bene avere sempre a disposizione osso autologo o omologo per un eventuale innesto glenoideo o impianti augmented per la correzione del difetto¹⁴.

Diversamente, le componenti metal-backed modulari, seppur siano state associate a un maggior rischio di fallimento¹³, permettono la ritenzione dell'impianto con la possibilità di una facile conversione in un impianto inverso¹⁵. In casi di particolari deficit ossei glenoidei, si può prendere in considerazione l'eventuale conversione a endoprotesi, pur tuttavia con basse aspettative funzionali o l'eventuale revisione in due step, cominciando con una ricostruzione ossea glenoidea seguita da una seconda procedura per l'impianto della componente glenoidea (anatomica o inversa) una volta guarito l'innesto osseo.

Appare evidente come tali revisioni siano molto complesse e i cui risultati, spesso poco prevedibili, sono direttamente proporzionali all'esperienza e alle capacità del chirurgo¹⁶. Tuttavia alcuni chirurghi hanno proposto degli algoritmi di trattamento, tra cui uno proposto da Zuckerman, che possono venire in aiuto anche di chirurghi meno esperti¹⁷.

Protesi inversa

La revisione di una protesi inversa è in genere una procedura molto complessa e i cui risultati sono poco soddisfacenti: va considerata come una procedura di salvataggio¹⁸.

Sarebbe sempre auspicabile poter mantenere le componenti omerali e glenoidee (stelo e base plate) e agire solo sul resto (glenosfera, corpo, liner) in modo da minimizzare le difficoltà di rimozione di parti spesso ben integrate nell'osso e di conseguenza di mantenere un buon bone stock; in caso contrario, valgono sempre i *tricks* già descritti nel paragrafo delle endoprotesi e delle protesi total. In ogni caso è sempre meglio avere a disposizione tutte le componenti particolari (glenosfere di diverse dimensioni, glenosfere eccentriche, corpi omerali di diverse altezze, baseplate augmented, steli lunghi da revisione, ecc) specifiche per ogni singolo modello protesico che, pertanto, va conosciuto in ogni minimo dettaglio. Un capitolo peculiare della revisione di protesi inversa è rappresentato

dalle protesi instabili, una complicanza caratterizzata da alti tassi di reinterventi multipli^{18,19}, per cui è fondamentale un accurato studio preoperatorio utilizzando RX bilaterali di omero, e, in alcuni casi, anche TC dell'omero²⁰. Infine, specialmente se viene sospettato uno scarso bone stock omerale e/o glenoideo, sarebbe bene avere a disposizione innesti ossei sia per la componente glenoide che per quella omerale¹⁸.

Rimane comunque da ricordare che questa chirurgia è da ritenersi tra le più complesse nell'ambito della chirurgia di spalla e dovrebbe essere riservata a centri di riferimento e a chirurghi di grande esperienza, anche in considerazione delle possibili gravi complicanze relative a questa chirurgia.

Bibliografia

- 1 Registro italiano artroprotesi: report 2016.
- 2 Chalmers PN, Salazar DH, Romeo AA, et al. *Comparative utilization of reverse and anatomic total shoulder arthroplasty: a comprehensive analysis of a high-volume center*. J Am Acad Orthop Surg 2018;26:504-10.
- 3 Wagner ER, Houdek MT, Schleck CD, et al. *The role age plays in the outcomes and complications of shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2017;26:1573-80.
- 4 Irlenbusch U, Zenz P, Blatter G, et al. *Adjustable stemmed shoulder hemiarthroplasty: ten-year results of a prospective multicentre study*. Orthop Traumatol Surg Res 2019;105:229-36.
- 5 Sperling JW, Hawkins RJ, Walch G, et al. *Complications in total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am 2013;20;95:563-9.
- 6 Zumstein MA, Pinedo M, Old J, et al. *Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review*. J Shoulder Elbow Surg 2011;20:146-57.
- 7 Gyftopoulos S, Rosenberg ZS, Roberts CC, et al. *ACR Appropriateness Criteria Imaging After Shoulder Arthroplasty*. Am Coll Radiol 2016;13:1324-36.
- 8 Keener JD, Chalmers PN, Yamaguchi K. *The humeral implant in shoulder arthroplasty*. J Am Acad Orthop Surg 2017;25:427-38.
- 9 Merolla G, Wagner E, Sperling JW, et al. *Revision of failed shoulder hemiarthroplasty to reverse total arthroplasty: analysis of 157 revision implants*. J Shoulder Elbow Surg 2018;27:75-81.
- 10 Sheth MM, Sholder D, Abboud J, et al. *Revision of failed hemiarthroplasty for painful glenoid arthrosis to anatomic total shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2018;27:1884-90.
- 11 Alolabi B, Youderian AR, Napolitano L, et al. *Radiographic assessment of prosthetic humeral head size after anatomic shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg. 2014;23:1740-6.

- ¹² Castagna A, Garofalo R. *Journey of the glenoid in anatomic total shoulder replacement*. *Shoulder Elbow* 2019;11:140-8.
- ¹³ Papadonikolakis A, Matsen FA 3rd. *Metal-backed glenoid components have a higher rate of failure and fail by different modes in comparison with all-polyethylene components: a systematic review*. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1041-7.
- ¹⁴ Antuna SA, Sperling JW, Cofield RH, et al. *Glenoid revision surgery after total shoulder arthroplasty*. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:217-24.
- ¹⁵ Castagna A, Delcogliano M, de Caro F, et al. *Conversion of shoulder arthroplasty to reverse implants: clinical and radiological results using a modular system*. *Int Orthop* 2013;37:1297-305.
- ¹⁶ Hernandez-Ortiz EG, Christmas KN, Simon P, et al. *Improving preoperative planning of revision surgery after previous anatomic total shoulder arthroplasty*. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(6S):S168-74.
- ¹⁷ Flurin PH, Janout M, Roche CP, et al. *Revision of the loose glenoid component in anatomic total shoulder arthroplasty*. *Bull Hosp Jt Dis* 2013;71(Suppl 2):68-76.
- ¹⁸ Boileau P. *Complications and revision of reverse total shoulder arthroplasty*. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102(Suppl 1):S33-43.
- ¹⁹ Chae J, Siljander M, Wiater JM. *Instability in reverse total shoulder arthroplasty*. *J Am Acad Orthop Surg* 2018;1;26(17):587-96.
- ²⁰ Lädermann A, Edwards TB, Walch G. *Arm lengthening after reverse shoulder arthroplasty: a review*. *Int Orthop* 2014;38:991-1000.

R. Castricini¹
M. De Benedetto¹
N. Orlando¹
A. Massarini¹
F. Di Cecco²
V. Calvisi²

¹ Casa di Cura privata "Villa Verde"-
Ri.TA. S.R.L., Fermo; ² Scuola di
Specializzazione in Ortopedia e
Traumatologia Università degli studi
dell'Aquila

La ricostruzione della glena con impianto custom-made

Glennoid reconstruction with custom-made prosthesis

Riassunto

Il corretto posizionamento della componente glenoidea sia in impianti protesici primari che soprattutto nelle revisioni, rappresenta una problematica nota ai chirurghi che si occupano di spalla. Nel corso degli anni sono stati sviluppati diverse tecniche per migliorare questo aspetto, con risultati non sempre ottimali. Lo scopo di questo lavoro è illustrare la tecnica "custom-made" che permette di ottenere tramite un accurato planning pre-operatorio componenti protesiche personalizzate sull'anatomia del paziente.

Parole chiave: glena, custom-made, ricostruzione TC

Summary

The right positioning of the glenoid component both in primary and in revision shoulder arthroplasty is a known problem for the surgeons. Over the years, various techniques have been developed to improve this aspect, with contrasting results. The purpose of this work is to illustrate the "custom-made" technique based on the patient's anatomy.

Key words: glena, custom-made, TC reconstruction

Introduzione

Il numero di impianti protesici di spalla, anatomica o inversa, è in continua crescita negli ultimi anni, in particolare il numero di protesi inverse. Nel 2015 il numero di impianti in Italia è stato di 7187, in aumento del 9% rispetto al 2014, di cui il 72% di sesso femminile.

Le cause più frequenti che conducono a un impianto di P.S. sono: artropatia gleno-omerale da lesione di cuffia, osteoartrosi concentrica ed eccentrica, fratture del terzo prossimale dell'omero, necrosi asettica ed esiti di osteoartriti¹.

L'aumento degli impianti, il miglioramento della tecnica chirurgica e del design protesico si accompagna a un più ampio spettro di indicazioni ma anche a un possibile aumento di complicanze, Zumstein et al.² hanno riportato nella loro casistica un tasso di complicazioni post-operatorie di circa il 20%, le più frequenti rappresentate da instabilità, infezioni o problematiche glenoidee (mobilizzazione e/o disassemblaggio della glenosfera).

Le problematiche glenoidee sono una delle principali cause di revisione dell'impianto protesico; ciò è dovuto principalmente a 2 fattori: bone stock inadeguato e/o deformità e mal posizionamento (eccessiva medializzazione, retroversione e inclinazione superiore) che conducono a un'alterata distribuzione delle forze e possibile instabilità³.

L'introduzione delle stampanti 3D e la loro applicazione in ambito ortopedico con impianti custom-made hanno aumentato le armi a disposizione sia per casi di impianti primari con anatomia complessa e soprattutto i casi di revisione. Questa tecnologia permette di realizzare impianti basati sull'anatomia del paziente che può essere utilizzata come alternativa al bone graft^{4,5}.

Indirizzo per la corrispondenza:
Roberto Castricini
roberto.castricini@gmail.com

Planning pre-operatorio e tecnica chirurgica

Il paziente viene sottoposto alcune settimane prima dell'intervento a uno studio TC a strato sottile (< 1 mm per strato) della scapola e dell'omero. Vengono acquisite immagini in 2D nei piani coronale, assiale e longitudinale per determinare alcuni parametri: l'angolo di versione, l'angolo di inclinazione, la morfologia glenoidea e la valutazione dei rapporti tra testa omerale e glena⁶. A tal proposito non esiste ancora accordo in Letteratura su come misurare i parametri glenoidei poiché alcuni Autori come Friedman e Churchill utilizzano riferimenti anatomici fissi, mentre altri Autori, come Moineau, applicano principi matematici su reperi presi su tutto il corpo scapolare (Figg. 1, 2).

In casi di revisione la presenza di precedenti impianti glenoidei (anatomici o inversi) in sede può rappresentare una controindicazione relativa all'uso di una protesi custom made in un unico tempo in quanto la qualità dell'immagine TC risulta ridotta nella definizione dell'osso glenoideo; oltretutto la rimozione delle componenti potrebbe causare un'ulteriore perdita di osso che renderebbe inutilizzabile tutto il planning pre-operatorio. Invece la presenza di impianti omerali può determinare artefatti nella TC ma possono essere ridotti da una adeguata posizione del paziente nel gantry in modo che vi sia spazio tra l'impianto omerale e la protesi⁴.

Le immagini acquisite in formato DICOM sono inviate alla azienda produttrice.

Si effettua una ricostruzione 3D tramite software dedicati della scapola e quest'ultima viene elaborata su una piattaforma di simulazione virtuale che permetterà al chirurgo di pianificare, in accordo e con l'ausilio di ingegneri dedicati alla cura del software, il corretto posizionamento della componente protesica e delle relative viti di fissaggio (Figg. 3-5). Una volta che il planning virtuale è stato validato, tramite l'utilizzo di stampanti 3D e della tecnologia EBM (*electronic beam melting*) verranno realizzati per sinterizzazione di polveri di titanio la componente da impiantare e le guide di taglio specifiche per il paziente, che consentiranno l'impianto guidato della componente glenoidea definitiva custom made^{3,4,7}.

Le guide sono ideate per adattarsi alla superficie e al bordo della glena specifica, permettendo il posizionamento corretto del filo guida, la preparazione del foro centrale per il peg della metaglena⁸. Occorrono circa 3-4 settimane per la progettazione e la realizzazione del prodotto.

Tecnica chirurgica

Il paziente viene posizionato in posizione beach-chair, in anestesia combinata (generale + periferica), con un approccio chirurgico deltoide-pettorale.

I tempi chirurgici sono stati valutati sovrapponibili se si confronta un impianto tradizionale con uno custom made, ma con alcune sostanziali differenze nella preparazione della superficie glenoidea. Maggiore esposizione

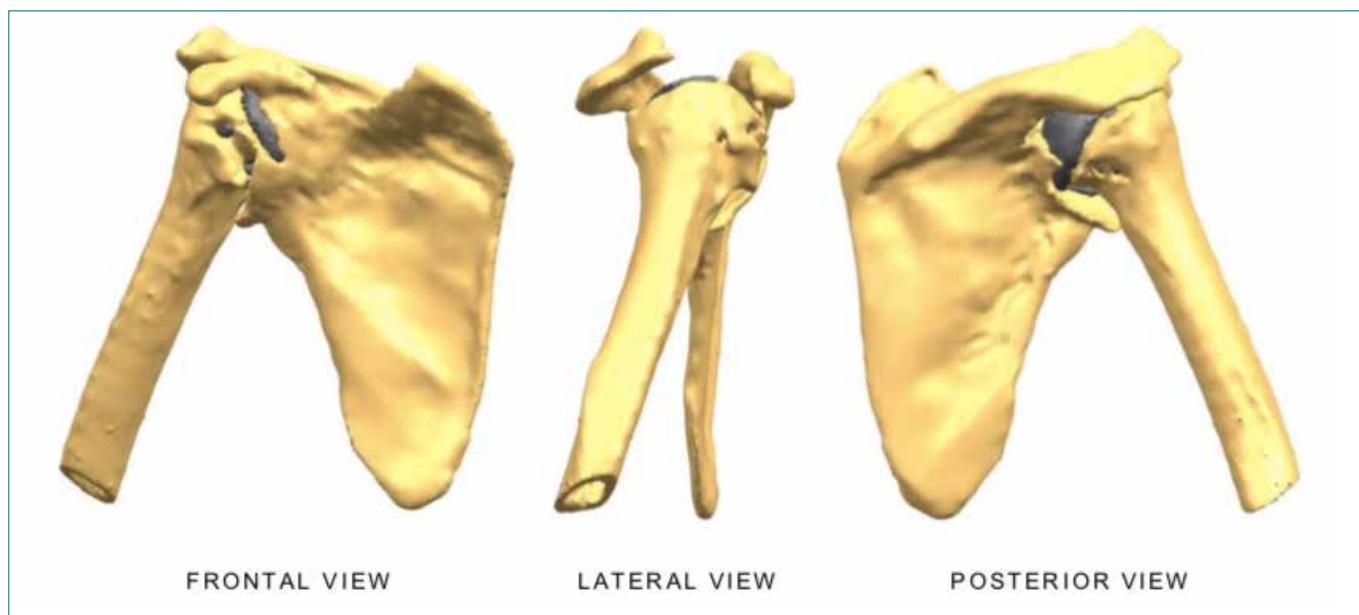


Figura. 1. Ricostruzione 3D in paziente in esiti di impianto di endoprotesi omerale TESS per artrosi concentrica. Evoluzione in forma eccentrica con erosione glenoidea.

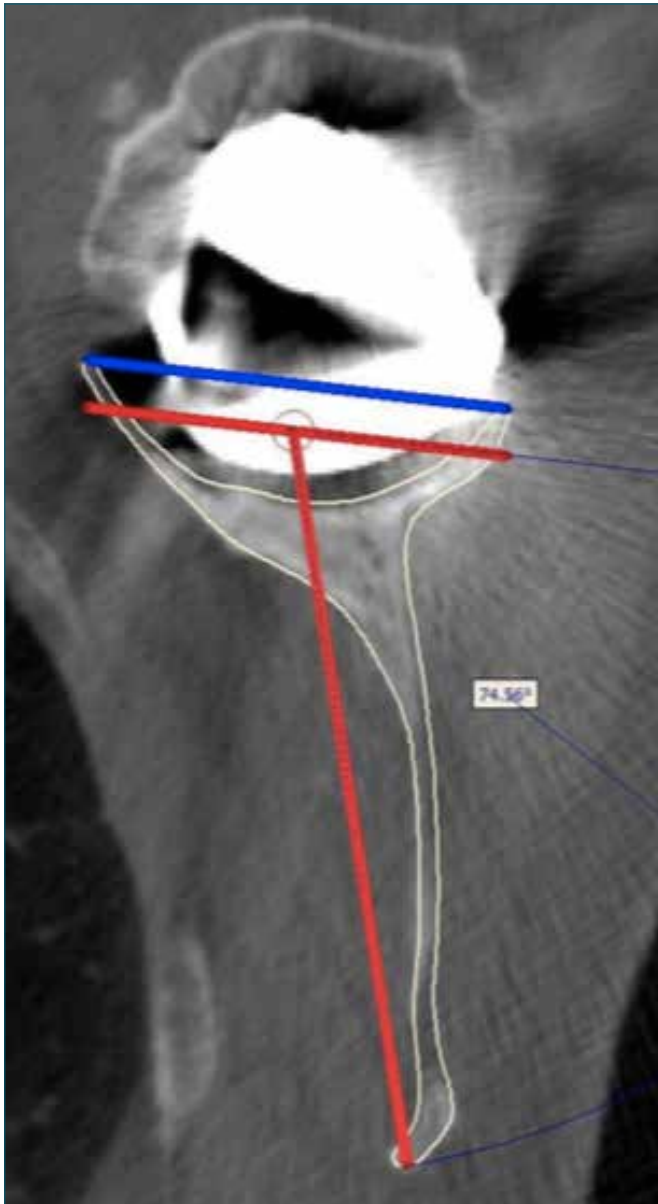


Figura 2. Calcolo dei parametri glenoidei sul taglio assiale TC. In blu la linea tangente ai margini per il calcolo dell'erosione. In rosso gli assi utilizzati per il calcolo della retroversione sec. Friedmann.

della porzione antero-superiore della glena e della coracoide che devono essere libera da interposizioni di tessuti molli per favorire e ottenere una perfetta congruenza tra guida e superficie articolare, prima di procedere ai successivi passaggi ⁹.

Non resecare inizialmente gli osteofiti o altre prominenze ossee in quanto essendo contemplati nello sviluppo delle guide, sono necessari per ottenere una congruenza guida-glena ⁸ (Fig. 4).

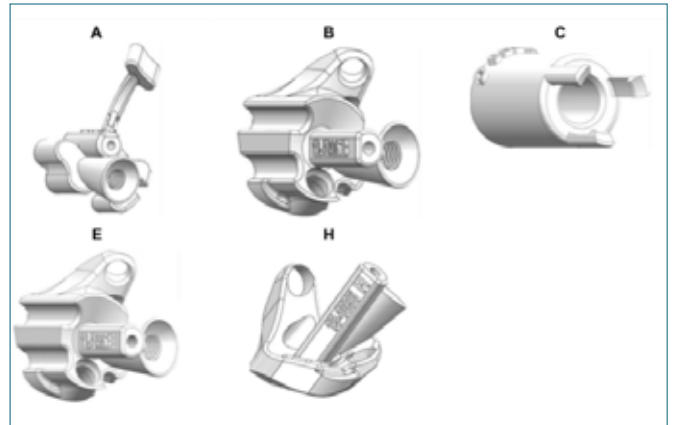


Figura 3. A e B trial per l'inserimento del filo guida. C trial per il peg centrale. E ed H maschere di prova.

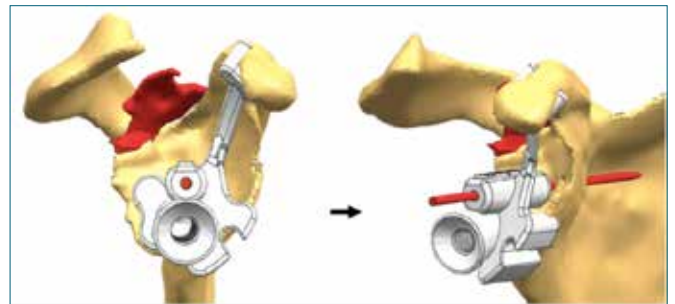


Figura 4. Posizionamento della maschera di taglio previa accurata esposizione della glena, preservando gli osteofiti.

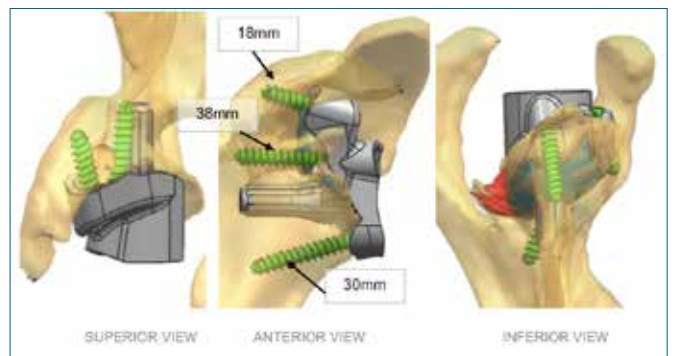


Figura 5. Immagine che raffigura la componente definitiva glenoidea custom made realizzata per il paziente con le relative viti di fissazione, calcolate con le rispettive direzioni e lunghezze.

Seguendo le varie fasi di si procede all'impianto definitivo della metaglena e delle relative viti, seguito dall'insero della glenosfera, della componente omerale e dell'insero dopo e opportune manovre di stabilità.

Discussione

Nonostante la tecnologia custom-made sia utilizzata da tempo per altri distretti come anca e ginocchio, sulla spalla non esistono trial clinici o revisioni sistematiche ma solo case report o case series, mentre esiste molta più letteratura sulla tecnica PSI (*patient specific instrumentation*).

Il corretto posizionamento della componente glenoidea è fondamentale per il successo nelle protesi di spalla, ma spesso è difficile ottenerlo poiché il grado di erosione glenoidea varia notevolmente tra i pazienti, in relazione alla diagnosi e all'impianto primario o secondario¹⁰.

Differenti tecniche sono state proposte per eseguire un corretto posizionamento glenoideo, sia negli impianti primari che nelle revisioni, per ottenere un adeguato supporto osso della componente: l'alesaggio asimmetrico può essere usato per correggere la versione glenoidea ma non è adatto per ampi difetti ossei (non possibilità di ottenere un contatto tra il 70-80% tra la metaglena e l'osso sottostante)¹¹ e può compromettere anche il restante bone stock; i graft ossei sono utilizzati in diversi studi ma la tecnica chirurgica è complessa e permangono i problemi del riassorbimento. Per migliorare i problemi dell'alesaggio asimmetrico e dei graft sono stati proposti degli augmentation glenoidei con risultati incoraggianti, ma anche questa tecnica presenta dei limiti nei grandi deficit ossei⁴.

Con l'utilizzo di tecniche tradizionali è stato evidenziato un errore nella versione e nell'inclinazione fino a 12° e 7° rispettivamente¹². Dall'unica revisione sistematica della letteratura, sulla tecnica PSI, Villatte et al.³ hanno concluso che le tecniche paziente specifiche migliorano il posizionamento della componente glenoidea, considerato il più importante fattore prognostico di sopravvivenza a medio e lungo termine nelle protesi di spalla. Tuttavia in passato si è sempre posta grande enfasi sull'angolo di versione e di inclinazione ma l'uso di planning pre-operatori basati su TC-3D ha mostrato che la rotazione, l'entry point e la profondità dell'alesatura sono altrettanto importanti da considerare. Heylen et al.¹³, hanno dimostrato confrontando 2 gruppi di pazienti operati con tecnica tradizionale e con custom made che nel secondo gruppo vi sono meno casi di eccessiva inclinazione della componente, specialmente dove l'allineamento della glena nativa non era neutra a causa dell'usura o di un'anatomia alterata; invece gli stessi Autori non hanno riscontrato differenze statisticamente significative nella selezione del corretto entry-point glenoideo su cui inserire il primo filo guida, anche se in caso di difficile esposizione e di variabili anatomiche scapolari l'orientamento del primo filo guida è risultata più complessa. In uno studio su cadavere Lewy et al.¹² hanno confrontato la coincidenza nel posizionamento del filo guida tra planning pre-operatorio e modello anatomico con l'utilizzo di guide custom made, gli autori hanno

trovato una variabilità traslazionale di 1,2 +/- 0,7 mm, una variabilità nel tilt inferiore di 1,2° +/- 1,2° e una variabilità nell'angolo di versione tra 2,6° +/- 1,7°, dimostrando l'alta accuratezza nel riprodurre il planning pre-operatorio, fattore determinante nel successo della procedura. Questi risultati sono stati confermati anche da Iannotti et al. che hanno evidenziato una riduzione del rischio di deviazione > di 5° rispetto dal planning pre-operatorio in circa il 90% per l'angolo di versione e del 95% dell'angolo di inclinazione della componente.

Chamma et al.¹⁴ hanno utilizzato un impianto ispirato all'anca su misura per il trattamento della grave perdita ossea glenoidea. L'impianto consiste in un grande guscio glenoideo simile a un acetabolo, fissato alla scapola. A 5 anni di follow-up c'è un significativo miglioramento del dolore e dei risultati clinici con un tasso di revisione del 16%.

Debeer et al.⁴ riportano risultati a breve termine (30 mesi di follow-up) di 10 casi trattati con glena custom con miglioramento della funzione, del dolore e della soddisfazione del paziente.

Aree di ricerca per il futuro possono essere incentrate principalmente su 2 aree: lo sviluppo di software che permettano una migliore segmentazione per ridurre i problemi legati al posizionamento del filo-guida e che siano più "user-friendly"³.

Conclusioni

La tecnologia custom-made nella protesica di spalla è una risorsa nelle mani del chirurgo da utilizzare nei casi di grave perdita ossea e di alterata morfologia glenoidea, sia nei primi impianti che nelle revisioni, in quanto permette la copertura del difetto osseo e il corretto posizionamento della componente protesica. Tuttavia gli elevati costi ne compromettono l'utilizzo routinario.

Bibliografia

- 1 Riap. *Progetto Registro Italiano Artroprotesi 2017*. Istituto Superiore di Sanità.
- 2 Zumstein MA, Pinedo M, Old J, et al. *Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review*. J Shoulder Elbow Surg 2010;20:12-22.
- 3 Villatte G, Muller A-S, Pereira B, et al. *Use of Patient-Specific Instrumentation (PSI) for glenoid component positioning in shoulder arthroplasty. A systematic review and meta-analysis*. PLoS ONE 2018;13 e0201759.
- 4 Debeer P, Berghs B, Pouliart N, et al. *Treatment of severe glenoid deficiencies in reverse shoulder arthroplasty: the Glenius Glenoid Reconstruction System experience*. J Shoulder

- Elbow Surg 2019 Feb 13. pii: S1058-2746(18)30891-7. doi: 10.1016/j.jse.2018.11.061.
- ⁵ Angelini A, Trovarelli G, Berizzi A, et al *Three-dimension-printed custom-made prosthetic reconstructions: from revision surgery to oncologic reconstructions*. Int Orthop 2019;43:123-32.
 - ⁶ Iannotti JP, Weiner S, Rodriguez E et al. *Three-Dimensional Imaging and Templating Improve Glenoid Implant Positioning*. J Bone Joint Surg Am 2015;97:651-8.
 - ⁷ Verborgt O, Hachem AI, Eid K, et al. *Accuracy of patient-specific guided implantation of the glenoid component in reversed shoulder arthroplasty*. Orthop Traumatol Surg Res 2018;104:767-72.
 - ⁸ Verborgt O, Declercq G, Hardy P, et al. *Patient-matched implementation for reverse total shoulder arthroplasty*. J Bone Joint Surg Essential Surgical Techniques 2016;6:e42(1-8).
 - ⁹ Gomes NS. *Patient specific instrumentation for total shoulder arthroplasty*. EFORT Open Rev 2017;1:177-82.
 - ¹⁰ Gauci MO, Boileau P, Baba M, et al. *Patient-specific glenoid guides provide accuracy and reproducibility in total shoulder arthroplasty*. Bone Joint J 2016;98-B:1080-5.
 - ¹¹ Berger NM, Craig EV, Petrigliano FA. *The use of a custom glenoid component for the treatment of severe glenoid bone loss in reverse total shoulder arthroplasty*. Tech Should Surg 2014;15: 51-4.
 - ¹² Levy JC, Everding NG, Frankle MA, et al. *Accuracy of patient-specific guided glenoid baseplate positioning for reverse shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2014;23:1563-7. doi: 10.1016/j.jse.2014.01.051. Epub 2014 Apr 13.
 - ¹³ Heylen S, Van Haver A, Vuylsteke K, et al. *Patient-specific instrument guidance of glenoid component implantation reduces inclination variability in total and reverse shoulder arthroplasty*. J Shoulder Elbow Surg 2016;25:186-92.
 - ¹⁴ Chamma R, Uri O, Lambert S. *Primary shoulder arthroplasty using a custom-made hip-inspired implant for the treatment of advanced glenohumeral arthritis in the presence of severe glenoid bone loss*. J Shoulder Elbow Surg 2017;26:101-7.