



Patrizio Caldora<sup>1</sup>  
Pasquale Guastafierro<sup>1</sup>  
Stefano Zucchini<sup>2</sup>  
Domenico Lup<sup>2</sup>  
Roberto Redi<sup>1</sup>  
Enrico Manzi<sup>1</sup>  
Giuliano Cerulli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> P.O. San Donato, UsiSudest Toscana, Arezzo; <sup>2</sup> P.O. Santa Margherita di Cortona, UsiSudest Toscana; <sup>3</sup> Laboratorio di Biomeccanica "Let People Move", Perugia

## La propiocezione nelle protesi d'anca con teste grandi: studio retrospettivo comparativo tra protesi metallo-metallo e protesi di rivestimento

*Proprioception in hip replacement with large heads: a retrospective comparative study of metal on metal implants and hip resurfacing*

### Riassunto

In questo studio comparativo su 40 pazienti affetti da coxartrosi primaria dell'anca, di cui 20 sottoposti a *Total Hip Arthroplasty* e 20 a *Resurfacing Hip Arthroplasty*, volevamo verificare la coesistenza di un miglior controllo propriocettivo e migliore attivazione muscolare del m. retto femorale, bicipite femorale e semimembranoso nell'arto operato con RHA rispetto a quello con THA. Tutte le protesi avevano teste grandi metallo/metallo per migliorare stabilità e range of motion così da migliorare la propiocezione. Abbiamo impiegato test stabilometrici e rilevazione dell'attivazione muscolare. La valutazione clinica e funzionale è stata effettuata con la Scala Harris Hip Score (HHS). Analizzando i valori con l'HHS e con i test stabilometrici sono state riscontrate sia una migliore propiocezione che una migliore stabilità attiva con significatività statistica a favore della artroprotesi di rivestimento.

**Parole chiave:** artroprotesi anca, protesi di rivestimento, propiocezione

### Summary

*In this comparative study of 40 patients with primary hip osteoarthritis, of which 20 underwent Total Hip Arthroplasty and 20 Resurfacing Hip Arthroplasty, we wanted to ensure the coexistence of a better proprioceptive control and better muscle activation of the m. rectus femoris, biceps femoris and semimembranosus limb operated with RHA than with THA. All implants had large metal/metal heads to improve stability and range of motion as well as to improve proprioception. We took stabilometric tests and detection of muscle activation. The clinical and functional evaluation was performed with Harris Hip Score (HHS). Analyzing the values with the HHS and with stabilometric tests were found to be a better proprioception that improved active stability with statistical significance in favor of the coating arthroplasty.*

**Key words:** total hip arthroplasty (THA), resurfacing hip arthroplasty (RHA), proprioception

## Obiettivi dello studio

I pazienti operati di RHA riferiscono di percepire un'anca naturale senza avvertire differenze con l'anca sana, quindi dimostrare una migliore sensazione propriocettiva nei pazienti operati con RHA rispetto a quelli operati con THA.

Abbiamo effettuato uno studio retrospettivo osservazionale fra i pazienti trattati con le due differenti metodiche di artroplastica al fine di suffragare la nostra deduzione.

## Materiali e metodi

Da febbraio 2006 ad agosto 2008 nella U.O. di Ortopedia e Traumatologia dell'Ospedale S. Margherita di Cortona abbiamo selezionato un campione di 40 pazienti

### Indirizzo per la corrispondenza:

Patrizio Caldora

via P. Nenni  
52100 Arezzo

E-mail: patrizio.caldora@uslsudest.toscana.it

affetti da coxartrosi primaria di anca con anca sana controlaterale. In tutti i pazienti l'anca controlaterale non mostrava alcuna patologia clinica né radiologica né esiti di pregressa chirurgia. I pazienti sono stati operati in progressione nello stesso periodo e dalla stessa equipe. Tutti gli interventi di protesi standard (THA con cotile Durom e stelo CLS) sono stati eseguiti per via posterolaterale, distaccando gli extrarotatori, eseguendo una capsulotomia posteriore senza alcun ausilio intraoperatorio di navigatore, radiografie o amplificatore. In tutti i casi di THA sono sempre stati reinseriti con punti transossei al femore la capsula e gli extrarotatori. Tutti gli interventi di artroprotesi di rivestimento (RHA con sistema BHR) sono stati eseguiti per via posterolaterale con distacco degli extrarotatori e capsulotomia circonferenziale, nessuna assistenza tecnica per l'alesaggio del cotile e l'impianto della coppa, mentre la centratura, l'alesaggio ed il posizionamento della componente femorale sono stati eseguiti con tecnica navigata (navigatore e software Smith & Nephew). Il campione selezionato è omogeneo per età, per patologia (artrosi primaria localizzata dell'anca o secondaria a necrosi asettica), per comorbidità e per razza.

Tutti i pazienti sono stati operati dallo stesso chirurgo e controllati come da protocollo di follow up (1-4-6 mesi-1 anno) dallo stesso gruppo di esaminatori. Lo studio è stato eseguito da un soggetto indipendente.

Sono stati applicati i seguenti criteri d'inclusione:

1. Pazienti operati solo unilateralmente senza altri interventi all'anca, al ginocchio, alla caviglia sia dal lato malato che al controlaterale ed in assenza di patologie vertebrali di rilevanza clinica.
2. Verifica di eventuali dismetrie degli arti inferiori.
3. Verifica del BMI in funzione dell'EMG per il posizionamento e la rilevazione dei muscoli target.

La via chirurgica è stata in tutti i pazienti quella postero-laterale che non danneggia i muscoli target: retto del femore, bicipite femorale e semimembranoso. In questo modo abbiamo escluso il condizionamento del risultato, potenzialmente dipendente dalla via e dalla tecnica chirurgica. Abbiamo arruolato 40 pazienti di cui 19 donne e 21 uomini, l'età media di tutto il campione è risultata di circa 58 aa (min. 34 aa, max. 74 aa), con una prevalenza di anca operata dx secondo un rapporto di 22 dx vs 18 sin.

I campioni comparativi di pazienti sottoposti a RHA e THA erano costituiti da 20 pazienti ciascuno, il gruppo 1 (RHA) la cui età media era di 52 aa (range 34-66 aa), composto:

- da 10 uomini e 10 donne;
- l'anca operata destra prevaleva con un rapporto di 12 dx vs 8 sin;

ed il gruppo 2 (THA) la cui età media era di 64 aa (range 45-74 aa), in cui prevaleva:

- il sesso femminile (11 donne, 9 uomini);
- l'anca operata destra con un rapporto di 10 dx vs 10 sn.

I pazienti del gruppo 1 sono stati sottoposti ad intervento di artroplastica di rivestimento (RHA) con protesi BHR della Smith & Nephew™<sup>1</sup>, mentre quelli del gruppo 2 sono stati sottoposti ad intervento di artroplastica totale di anca (THA) con protesi metallo-metallo con teste grandi Durom + CLS Zimmer™<sup>2,3</sup>.

I due gruppi hanno praticato un protocollo riabilitativo dedicato. Il protocollo riabilitativo standard prevedeva:

- a) una **fase pre-operatoria** di istruzione e formazione del paziente in merito al percorso riabilitativo ed al progetto di recupero funzionale;
- b) una **fase post-operatoria (1°-7°gg)** di riabilitazione intensiva con recupero del ROM e deambulazione autonoma con 2 canadesi con carico come tollerato per 30 gg;
- c) una **fase di attività autonoma domiciliare**, dopo RX e controllo ortopedico alla 30° gg, con recupero del carico totale, svolgimento di esercizi e attività domiciliari libere, progressivo svezzamento dai bastoni canadesi entro la 60° gg.

Nei due campioni in esame, il giorno prima dell'intervento chirurgico, è stato compilato un questionario Harris Hip Score<sup>4</sup>, riproposto al follow-up a dodici mesi dall'intervento. Tutti i pazienti, al controllo annuale, sono stati sottoposti a valutazione del risultato funzionale secondo scheda HHS e convocati singolarmente presso il laboratorio biomeccanico "Let People Move" di Perugia per la somministrazione di elettromiografia, test di attivazione muscolare e stabilometria<sup>5</sup>. I suddetti parametri sono stati valutati comparativamente tra l'arto operato ed il controlaterale sano.

Come da protocollo standard per lo studio della stabilometria dell'arto inferiore è stato scelto un gruppo di muscoli di maggiore accessibilità anatomica, valutabilità strumentale e non condizionati né dalla tecnica chirurgica né dalla via chirurgica.

Abbiamo effettuato test di:

1. Analisi stabilometrica cosiddetta "pura", in cui si è chiesto al paziente di mantenere una postura in appoggio monopodalico sull'arto operato per almeno 5" consecutivi. Questo test ci ha consentito di valutare l'azione della componente statica dei muscoli, la proiezione al suolo del baricentro del corpo ovvero il "gomitolo posturale", la risultante delle forze interne che interessano i capi articolari nei tre assi X, Y, Z (frontale, sagittale, orizzontale) e lo spostamento del centro di pressione (CoP) sul piano orizzontale indice del controllo propriocettivo in appoggio monopodalico (Fig. 1).
2. Analisi stabilometrica + EMG di superficie: i valori della stabilometria sono stati integrati con misurazioni EMG di superficie. Il risultato numerico finale EMG di ogni

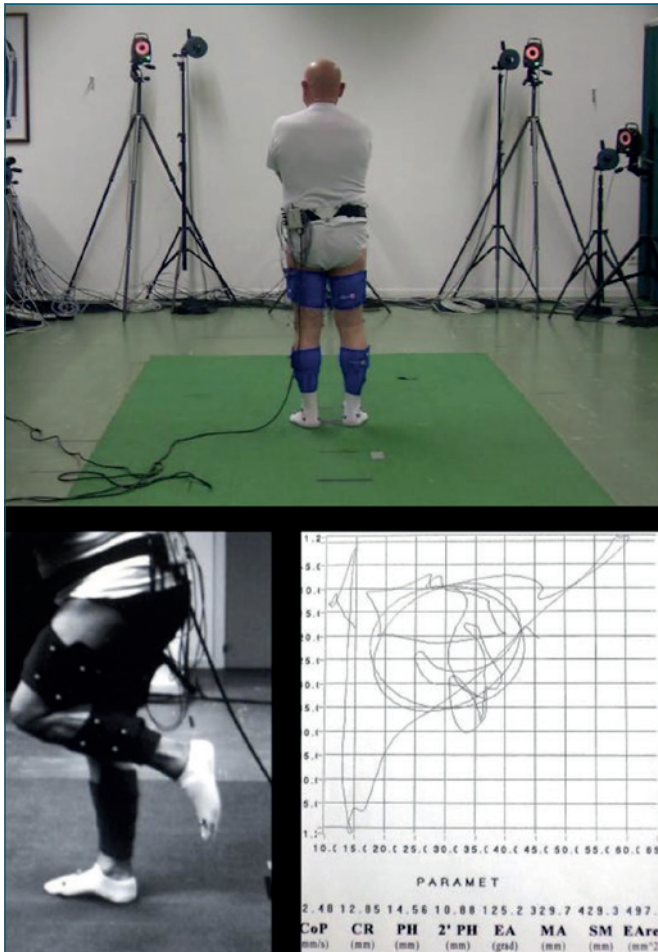


Figura 1. Stabilometria con EMG e Center of Pressure (CoP).

muscolo in oggetto è il segnale di riferimento di attivazione muscolare.

- Esame Cinematico Standardizzato Vicon che consente lo studio delle fasi del passo mediante la valutazione delle forze di reazione al suolo durante la deambulazione.
- Gait Analysis che consente di definire lo schema deambulatorio del paziente mediante la registrazione con telecamere ad alta velocità le quali captano il movimento di markers opportunamente posti in corrispondenza dei capi articolari.

Le fasi dinamiche dello studio del passo in questo lavoro non vengono discusse per la incompleta raccolta dei dati rispetto al campione in esame, ci si ripropone una futura discussione a completamento dello studio.

Tutti i pazienti sono stati nuovamente ricontattati e rivalutati nel 2014 ad un follow up medio di 6 anni e 8 mesi al fine di valutare la sopravvivenza delle protesi, conside-

rando le criticità conosciute delle protesi metallo-metallo, con possibilità di fallimento nei termini di: tossicità ionica, ipersensibilità e comparsa di pseudotumori<sup>6</sup>.

È stato valutato il livello di significatività osservato per i dati raccolti ( $p < 0,05$ ) comparando i risultati medi ottenuti con il Test T di Student.

## Risultati

Analizzando nel complesso i due gruppi, in funzione dello score HHS pre e post-operatorio abbiamo osservato:

- un punteggio medio pre-operatorio nel gruppo 1 (RHA) con score 44.9 contro un punteggio al follow-up annuale di 93,1;
- un punteggio medio pre-operatorio nel gruppo 2 (THA) con score 55.3 contro un punteggio al follow-up annuale di 90,8;
- un punteggio medio pre-operatorio totale dei 40 pz di score 50.1 contro un punteggio al controllo annuale di 91,9.

Dalla disamina dei HHS è emerso un netto miglioramento (statisticamente significativo  $p < 0,05$ ) fra la situazione clinica riscontrata prima e dopo l'intervento, fatta eccezione per un unico item che non ha mostrato differenze statisticamente significative (*Absence of Deformity*).

Per quanto attiene l'analisi dei due gruppi in funzione dei test stabilometrici abbiamo riscontrato:

una media stabilometrica totale divisa per gruppi e per lato con valori medi a dx di  $\text{mm}^2$  173,66 nel gruppo 1 contro 348,65  $\text{mm}^2$  nel gruppo 2 ( $p < 0,05$ ) ed a sin. di  $\text{mm}^2$  203,69 nel gruppo 1 contro 307,9  $\text{mm}^2$  nel gruppo 2 ( $p < 0,05$ ).

Nella stabilometria "pura", ovvero quella eseguita solo sull'arto operato, il trend dei valori medi riscontrati rispecchia la media dei valori ottenuti per la stabilometria totale divisa per gruppi e per lato.

Allo stesso modo nella stabilometria + emg sia dx che sin abbiamo riscontrato un andamento dei valori medi correlabile ai risultati precedentemente ottenuti con i test stabilometrici che ci hanno ulteriormente confermato la maggiore stabilità statica dei pazienti del gruppo 1 RHA.

Tutti i pazienti sono stati nuovamente ricontattati telefonicamente nel 2014 ad un follow up medio di 6 anni e 8 mesi per una verifica della sopravvivenza delle protesi oggetto dello studio. Del gruppo 1 (RHA) una paziente era stata sottoposta a due anni dall'impianto a revisione della componente femorale BHR. Del gruppo 2 (THA) due pazienti erano stati sottoposti a revisione del cotile Durom a circa due anni dall'impianto: in un caso per dolore con allergia ed in un caso per mobilizzazione precoce.

## Discussione

La protesi d'anca costituisce una delle procedure terapeutiche chirurgiche con il migliore rapporto costo-beneficio, inteso come miglioramento della qualità di vita, in quanto in grado di modificare in modo sostanziale le abitudini del paziente, riducendo il dolore e rendendo possibile il recupero del movimento con il completo ripristino delle attività quotidiane. In tal senso, la protesi d'anca, è stata definita da un articolo sul *Lancet* come l'intervento del secolo <sup>7</sup>. Essendo la coxartrosi una patologia frequentemente ad esordio precoce, con la conseguente richiesta di questa chirurgia da parte di pazienti sempre più giovani ed esigenti, l'industria si è concentrata particolarmente su due aspetti tribologici della protesi totale d'anca: l'usura e la stabilità che rappresentano i fattori determinanti per la sopravvivenza nel giovane della protesi. In questo senso i lavori di Fisher sull'usura delle superfici metallo/metallo su simulatori sono sembrati entusiasmanti poiché mostravano una usura prossima all'accoppiamento ceramica/ceramica con la possibilità di incrementare il diametro delle teste aumentando sia la jumping distance sia la head-neck ratio, migliorando notevolmente il range of motion e riducendo il rischio di lussazione. Tanto è stato l'entusiasmo della comunità ortopedica internazionale da far sì che nel 2008 il 30% di tutte le protesi impiantate nel mondo erano di tribologia metallo/metallo <sup>8</sup>. L'entusiasmo generale nei confronti delle protesi metallo/metallo ad alto contenuto di carbidi per la bassa usura è stata associata al concetto di mini-invasività ossea nel giovane con l'avvento delle protesi di rivestimento. In questo caso il fascino è stato molto forte sia da parte dei chirurghi sia da parte dei pazienti che intravedevano nella non resezione della testa del femore e nelle percentuali di usura estremamente basse, la possibilità della protesi perenne, che potesse durare per tutta la vita del paziente. Nel settembre 2010 inizia l'incubo dopo il sogno collettivo poiché il ministero della Sanità inglese emette un formale "Medical Device Alert" nei confronti della ASR De Puy che, nel registro inglese, stava mostrando percentuali di revisioni precoci troppo alte da non ritenersi sicura. Di lì a poco il formale ritiro dal mercato della protesi da parte della De Puy. In seguito, sia per l'attenta osservazione dei dati dei registri nel mondo, sia per gli studi sulle complicazioni delle protesi standard metallo/metallo e soprattutto sugli studi delle protesi espianate, si è capito che il problema principale delle protesi fallite era costituito dalla produzione di ioni metallici, non solo a livello della superficie articolare, ma anche e soprattutto a livello del contatto cono-morse così da indurre i ricercatori americani a definire il problema come un processo degenerativo tra le superfici tronco-coniche derivanti dal fretting e dalla corrosione definendo il fenomeno come "trunnionosis". In questa situazione, all'aumentare del raggio della testa, aumenta il braccio di leva e quindi la forza di torque tra la superficie di

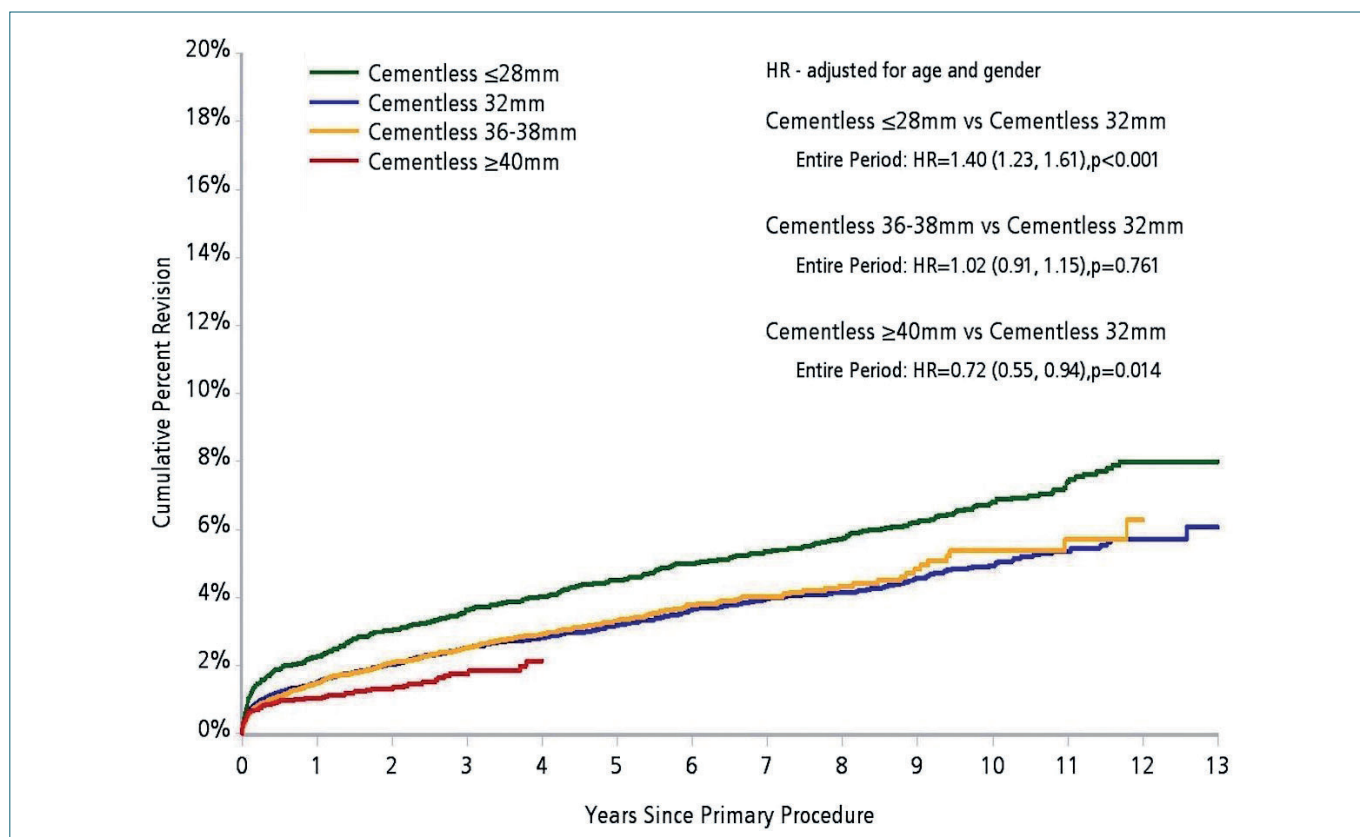
appoggio testa-cotile, ma soprattutto tra le superfici del cono-morse, favorendo così il micromovimento a questo livello con aumento di produzione di ioni cromo e cobalto <sup>9 10</sup>. Purtroppo le implicazioni cliniche possibili da tossicità locale e/o sistemica di ioni cromo e soprattutto cobalto sono molteplici, eterogenee, di difficile interpretazione e talvolta devastanti. Dopo il periodo del sogno metallo/metallo dove ogni prodotto in commercio di questo tipo destava entusiasmo e predisposizione dei chirurghi ad impiantarli, si è passato al periodo dell'incubo metallo/metallo con il rifiuto totale ed incondizionato di ogni protesi metallo/metallo, anche di quelle che di fatto, in un sottogruppo di popolazione, vanno meglio delle protesi tradizionali. Già nel periodo del sogno sapevamo che non tutte le protesi M/M sono uguali, sia da un punto di vista industriale (disegno, geometria della clearance, meccanismo di produzione, contenuto in carbonio, trattamento termico, finitura di superficie) sia da un punto di vista tecnico e clinico (curva di apprendimento per il corretto posizionamento delle componenti, la selezione del paziente, la selezione della patologia dell'anca, l'allergia ai metalli, la risposta biologica individuale locale e sistemica agli ioni metallici). Da quanto è accaduto e sta accadendo e da quanto riportato nelle sopravvivenze dei maggiori registri internazionali, si evince con chiarezza assoluta che, allo stato attuale, ogni forma di protesi standard con teste grandi (> 36) soggette al fenomeno di "trunnionosis" non devono più essere impiantate <sup>11</sup>. Lo stesso concetto andrebbe applicato nelle revisioni. Un momento di riflessione andrebbe invece posto sulle protesi di rivestimento che, sia in termini di risparmio osseo, sia in termini di risultati clinici e di sopravvivenza, stanno dimostrando delle buone performances se utilizzate nelle giuste indicazioni. Secondo l'*Australian Registry Results 2011*, che si riferisce ad uno studio di coorte inerente le protesi totali e di rivestimento di anca impiantate dal settembre 1999 al dicembre 2010, il sistema BHR è stato impiantato 9678 pazienti, circa il 68% di tutte le artroplastiche di rivestimento primarie:

- il tasso di revisione per una protesi totale BHR a 10 anni è del 6,3%;
- a 7 anni dall'impianto protesico il tasso di revisione media delle BHR, per i pazienti di sesso maschile e di età inferiore ai 65 anni, è comparabile <sup>12</sup>, ed in alcuni registri, inferiore al tasso di revisione a 7 anni di una protesi di anca convenzionale.

Considerando lo sviluppo di pseudotumore come causa peggiore di fallimento e di revisione, in una intervista condotta in Canada e coinvolgendo tutti i maggiori centri Ortopedici del paese, su 3432 casi è stato osservato il formarsi dello pseudotumore nello 0,10% <sup>13</sup>.

Dal nostro studio è emerso che, prima dell'intervento chirurgico, il gruppo 1 (RHA) aveva uno score medio di HHS più basso del gruppo 2 (THA) (44,9 vs 55,3). Il gruppo 2





**Figura 2.** Tasso di revisione per anno delle Protesi d'anca non cementate suddivise per dimensione della testa (concesso da *Australian National Joint Replacement Registry. Annual Report 2014*).

aveva una incidenza pre-operatoria maggiore per l'item del dolore, sebbene il ROM pre-operatorio tra i 2 gruppi fosse sovrapponibile. Il tempo chirurgico per l'intervento di RHA è stato mediamente più lungo di circa 10-15 minuti ma, in compenso, ha determinato una minore perdita ematica ed un minor quantitativo di trasfusioni post-operatorie, con conseguente rapporto costo-beneficio positivo. Lo score medio del HHS post-operatorio è stato lievemente più alto nel gruppo 1 rispetto al gruppo 2 (93,1 vs 90,8). I pazienti sottoposti a RHA hanno manifestato un migliore performance funzionale della neo-articolazione rispetto ad i pazienti sottoposti a THA. I test di stabilometria pura in appoggio monopodalico ed i test di stabilometria più elettromiografia comparativi hanno mostrato una migliore stabilità statica della neoarticolazione ed una migliore attivazione e coordinazione dei muscoli attivati e valutati con EMG. In termini clinici questi risultati strumentali si traducono con un migliore controllo muscolare della protesi di rivestimento, una maggiore attivazione muscolare durante la fase statica e cinematica della protesi e di conseguenza, il maggior controllo propriocettivo rispetto all'anca sana

controlaterale della protesi di rivestimento rispetto alla protesi standard con teste grandi. Nella pratica clinica questi risultati spiegherebbero la maggiore soddisfazione dei pazienti sottoposti a RHA nella sensazione riportata di non percepire più l'anca operata e di conseguenza, la percezione naturale della stessa come la controlaterale sana. Nei pazienti del gruppo 2 THA, oltre ad una minore performance articolare ai test stabilometrici rispetto al gruppo 1 RHA, è stata registrata una maggiore incidenza del dolore da lieve a moderato nelle prime fasi post chirurgiche. Questa discussione vuole far riflettere sul fatto che sebbene la protesica con teste grandi metallo/metallo va conclusa per le troppe complicazioni e l'alto numero dei fallimenti, rimane una esperienza che potrebbe non essere chiusa, semmai meglio seguita nel tempo. La protesi di rivestimento, nella giusta indicazione ossia nel paziente maschio, giovane, attivo ed affetto da coxartrosi concentrica, ha presentato in letteratura risultati superiori o comparabili alle protesi standard in termini di risultati funzionali e di sopravvivenza (Fig. 2). Inoltre il problema della tossicità ionica potrà essere superato dall'avvento, anche nelle protesi

di rivestimento dei cosiddetti metalli sottoposti a processi di “ceramizzazione” che annullano il rilascio ionico. La diffusione e la disponibilità di software per la navigazione delle protesi di rivestimento che migliorano drasticamente i risultati biomeccanici e le versioni combinate delle componenti protesiche, miglioreranno la sopravvivenza di queste protesi nei giovani<sup>14 15</sup>.

## Conclusioni

Nella protesi di rivestimento dell'anca il ROM articolare è molto vicino a quello naturale e l'anca risulta essere quanto più simile ad un'anca normale, sia nella stabilità passiva sia nella attivazione muscolare statica che nell'escursione articolare in funzione della migliore propriocezione.

Quanto affermato è testimoniato dallo studio stabilometrico che abbiamo condotto ed in cui abbiamo riscontrato una riduzione dei valori stabilometrici con correlazione inversa e statisticamente significativa fra portatori di RHA rispetto a portatori di THA.

Nel nostro studio la valutazione tra le differenze riscontrate nella HHS ed un parametro biomeccanico stabilometrico ci hanno permesso di dedurre che il paziente con RHA si avvale di un'anca dinamicamente più stabile e che offre una migliore propriocezione, a parità di ROM, molto simile a quella di una anca normale.

Ne consegue che la riduzione dei valori stabilometrici riscontrati nelle RHA a nostro giudizio è indice di una migliore propriocettività che nel tempo si traduce nel cosiddetto processo di “naturalizzazione” dell'anca operata.

È implicito osservare che propriocezione e stabilità articolare sono concetti correlati, poiché bassi valori di stabilometria hanno presupposto un arto dinamicamente più stabile a cui il paziente associa una migliore sensazione propriocettiva.

Il nostro lavoro rafforza l'idea che molti ortopedici hanno, avendo avuto una buona esperienza con le protesi di rivestimento, di poter continuare con questa esperienza in casi selezionati (pazienti giovani maschi attivi) cercando di migliorare sempre più la tecnica chirurgica per il corretto posizionamento delle componenti protesiche. In questo senso la navigazione potrà dare un aiuto fondamentale, mentre ulteriori studi tribologici, volti all'annullamento della produzione locale di ioni, potrebbero riattivare l'indicazione a questo tipo di protesi che ha dimostrato risultati funzionali eccellenti.

## Bibliografia

- 1 Pollard TCB, Baker RP, Eastaugh-Waring SJ, et al. *Treatment of the young active patient with osteoarthritis of the hip. A five-to-seven-year comparison of the hybrid total hip arthroplasty and metal-on-metal resurfacing.* J Bone Joint Surg 2006;88-B:592-600.
- 2 Muller ME. *The benefits of metal-on-metal total hip replacements.* Clin Orthop Relat Res 1995;311:54.
- 3 Silva M, Heisel C, Schmalzried TP. *Metal-on-metal total hip replacement.* Clin Orthop Relat Res 2005;430:53-61.
- 4 Mahomed NN, Arndt DC, McGrory BJ, et al. *The Harris Hip Score: comparison of patient self-report with surgeon assessment.* J Arthroplasty 2001;16:575-80.
- 5 Tanaka R, Shigematsu M, Motooka T, et al. *Factors influencing the improvement of gait ability after total hip arthroplasty.* J Arthroplasty 2010;25:982-5.
- 6 Zywiol MG, Marker DR, McGrath MS, et al. *Resurfacing matched to standard total hip arthroplasty by preoperative activity levels. A comparison of postoperative outcomes.* Bull NYU Hosp Jt Dis 2009;67:116-9.
- 7 Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. *The operation of the century: total hip replacement.* Lancet 2007;370:1508-19.
- 8 Fisher J, Jin Z, Tipper J, et al. *Tribology of alternative bearings.* Clin Orthop Relat Res 2006;453:25-34.
- 9 Ong KL, Kurtz SM, Manley MT, et al. *Biomechanics of the Birmingham hip resurfacing arthroplasty.* J Bone Joint Surg 2006;88-B:1110-15.
- 10 Quesada MJ, Marker DR. *Metal-on-metal hip resurfacing: advantages and disadvantages.* J Arthroplasty 2008;23:69-73.
- 11 Fowble VA, dela Rosa MA, Schmalzried TP. *A comparison of total hip resurfacing and total hip arthroplasty-patients and outcomes.* Bull NYU Hosp Jt Dis 2009;67:108-12.
- 12 Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. *Annual Report.* Adelaide: AOA, 2014.
- 13 Beaulé PE. *A survey on the prevalence of pseudotumors with metal-on-metal hip resurfacing in Canadian academic centers.* J Bone Joint Surg Am 2011;93(Suppl. 2):118-21.
- 14 Cuckler JM, Moore KD, Lombardi AV Jr, et al. *Large versus small femoral heads in metal-on-metal total hip arthroplasty.* J Arthroplasty 2004;19:41-4.
- 15 AAOS ICL 421. *The painful MoM hip arthroplasty: evaluation and management.* Annual Meeting 2013 Chicago IL.

*Gli Autori dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.*