

Responsabile del progetto

Silvio Boero

Coordinatori

Nunzio Catena

Maurizio De Pellegrin

Redazione del documento

Lorenza Marengo

Carlo Origo

Laura Ruzzini

Filippo M. Senes

Revisori SITOP

Marco Carbone

Pasquale Guida

Vito Pavone

Renato Toniolo

Revisori esterni

Maria Grazia Calevo

Pierluigi Tos

Referente per le Linee Guida

Silvio Boero

E-mail: sboero56@gmail.com

Trattamento chirurgico delle fratture sovracondiloidee omerali nel bambino

1. Introduzione

Le fratture sovracondiloidee dell'omero sono la più comune lesione scheletrica del gomito in età infantile, con un picco massimo di incidenza tra i 5 e i 7 anni in entrambi i sessi e una prevalenza del lato sinistro.

La frattura sovracondiloidea dell'omero del bambino è causata, nel 98% dei casi, da un trauma accidentale per caduta dall'alto; più precisamente, nei bambini al di sotto dei 3 anni è spesso dovuta a caduta dal letto, da una sedia o dalle scale mentre nei bambini di età superiore da caduta da attrezzature presenti nei parco giochi o altrimenti durante lo svolgimento di attività ginnico-sportive.

Nei bambini al di sotto dei 15 mesi di età questo tipo di frattura è rara specialmente se la rima di frattura è obliqua o spiroide; va tenuta in considerazione, in questi casi, l'ipotesi di maltrattamento.

Il meccanismo traumatico più comune è quello di una caduta con polso e gomito in estensione e avambraccio in pronazione. In questa situazione il gomito si trova in condizione di "blocco articolare"; lo scarico delle forze si esplica sulla paletta omerale, provocandone la frattura.

Più raramente, solo nel 2% dei casi, il meccanismo traumatico è per caduta con gomito posto in flessione.

In rari casi è possibile il riscontro di una frattura trasversale dell'epifisi che presenterebbe quindi un quadro di frattura mista sovra-condiloidea, lesione più tipica dei pazienti più grandi ¹.

La frattura e più precisamente la scomposizione dei suoi frammenti viene comunemente inquadrata seguendo la classificazione di Gartland ² che prevede i seguenti tre tipi:

- Tipo I: frattura composta;
- Tipo II: frattura scomposta (ma con corticale posteriore integra);
- Tipo III: frattura scomposta senza contatto tra i monconi.

Nei casi di scomposizione di Tipo III secondo Gartland l'orientamento della paletta omerale consente di distinguere 2 sottotipi:

- scomposizione in direzione postero-mediale;
- scomposizione in direzione postero-laterale.

Nei casi di importante scomposizione, all'esame clinico il gomito si presenta tumefatto e con una importante alterazione del profilo anatomico; è frequente il riscontro di ecchimosi della fossa antecubitale (anche detto segno di Kirmisson), a volte associata a plicature della cute particolarmente quando il frammento prossimale abbia perforato il muscolo brachiale.

Al momento del primo esame clinico è importante valutare: la presenza o assenza del polso radiale, se la mano è calda o fredda, il tempo di "refill" capillare, il turgore del polpastrello, la funzionalità dei nervi mediano, interosseo anteriore, radiale e ulnare.

L'esame della sensibilità non è di semplice esecuzione nel bambino piccolo come

talvolta non lo è nemmeno quello motorio; è utile informare i genitori di questa situazione come anche che le lesioni neurologiche sono spesso conseguenza diretta del trauma e che una più accurata valutazione sarà possibile solo dopo la stabilizzazione e l'immobilizzazione della frattura e cioè in assenza di dolore e di ansia post-trauma.

La valutazione radiologica è basata sulle due proiezioni standard in antero-posteriore e latero-laterale, sebbene sia spesso difficile, per la difficoltà nel posizionamento del bambino, per la frattura stessa e per il dolore alla mobilizzazione, ottenere nell'immediato periodo post-trauma proiezioni precise.

Il trattamento delle fratture di Tipo I è l'immobilizzazione in apparecchio gessato brachiometacarpale per 4-6 settimane (i tempi variano in relazione all'età del bambino).

Per le fratture di Tipo II è necessario eseguire una manovra riduttiva prima dell'immobilizzazione in apparecchio gessato. La riduzione in flessione del gomito è necessaria per correggere la posizione in iperestensione del frammento distale che, se mantenuta, potrà portare a viziose consolidazioni. Il rimodellamento osseo post-traumatico, presente nei bambini, rimarrà tuttavia in queste situazioni un possibile fattore di correzione spontanea.

Nelle fratture di Tipo II è necessario eseguire un controllo radiografico post-riduzione e un successivo controllo a 7-10 gg; quest'ultimo per documentare il mantenimento della riduzione precedentemente ottenuta.

Se nelle fratture di Tipo II è presente un vizio di rotazione del frammento distale si rende a volte necessario la riduzione in narcosi, eventualmente associata a osteosintesi percutanea in caso di instabilità della frattura.

Le fratture con scomposizione di tipo III hanno indicazione alla riduzione incruenta o cruenta e all'osteosintesi mediante fili di Kirschner (fili di K.).

Aldilà della chiara indicazione al trattamento chirurgico delle fratture di Tipo III, diversi sono i quesiti che si pongono sulle modalità più specifiche del trattamento e sul comportamento da adottare in presenza di alcune complicanze, soprattutto immediate, ad esse associate.

Scopo del presente studio è stato quello di eseguire un'analisi accurata della letteratura presente sull'argomento al fine di individuare informazioni utili per un approccio uniforme e quanto più possibile basato sull'evidenza, per il trattamento delle fratture sovracondiloidee dell'omero di Tipo III nel bambino.

2. Metodi

2.1. Costituzione del Gruppo di Lavoro (GdL)

Il GdL è composto da medici specialisti in Ortopedia e Traumatologia e che si occupano a tempo pieno di tra-

matologia pediatrica; per la revisione del lavoro e per il controllo dell'appropriatezza metodologica è stata inoltre coinvolta un'esperta in epidemiologia e biostatistica.

Il GdL, sotto la guida di un responsabile del progetto (Presidente della Società Italiana di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica SITOP) è costituito da: 2 coordinatori (specialisti in Ortopedia e Traumatologia che si occupano a tempo pieno di traumatologia pediatrica), 4 redattori del documento (specialisti in Ortopedia e Traumatologia che si occupano di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica), 4 revisori del documento appartenenti alla SITOP - Società Italiana di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica (specialisti in Ortopedia e Traumatologia che si occupano di Ortopedia e Traumatologia Pediatrica) e quali revisori esterni 1 epidemiologa e 1 esperto in chirurgia della mano e microchirurgia dei nervi periferici.

Il GdL ha dapprima messo in evidenza gli obiettivi finali di questo documento, successivamente individuato i quesiti clinici meritevoli di approfondimento e quindi adottato i criteri di inclusione ed esclusione degli studi da acquisire nonché le banche biomediche da consultare.

2.2. Identificazione dei quesiti clinici

Sono stati identificati cinque "quesiti clinici" da includere in questo studio:

- quesito 1: trattamento immediato versus differito;
- quesito 2: configurazione dell'osteosintesi con fili di Kirschner e tecnica di introduzione;
- quesito 3: posizionamento del paziente supino o prono;
- quesito 4: trattamento della "mano calda senza polso";
- quesito 5: trattamento delle lesioni nervose associate.

2.3. Criteri di inclusione ed esclusione degli studi

Sono stati presi in considerazione:

1. linee guida già pubblicate sull'argomento (*American Academy of Orthopedic Surgeon* e *British Orthopedic Association*)^{3 4};
2. studi riguardanti pazienti in età pediatrica con fratture sovracondiloidee dell'omero di tipo III secondo Gartland;
3. studi che riportavano Revisioni Sistematiche (RS) e Trial Clinici Randomizzati (RCT);
4. studi con data di pubblicazione dal gennaio 2000 al dicembre 2017;
5. nessuna restrizione di lingua.

Sono stati invece esclusi dalla revisione i protocolli interni di comportamento pubblicati sui siti di numerosi ospedali pediatrici nord americani e australiani (Hospital for Sick Children - Toronto, Seattle Children's Hospital, University of Texas, Royal Children Hospital - Melbourne) e gli atti di congressi poiché non rispondenti ai criteri sopra riportati.

2.4. Letteratura consultata

Le banche dati consultate sono state:

- Pubmed;
- Cochrane Library;
- ISI Web of Science;
- Scopus;
- Embase;
- Archivio www.guideline.gov.

Sono stati inoltre consultati i siti web dell'*American Academy of Orthopedic Surgeon* (www.aaos.org) e della *British Orthopedic Association* (www.boa.ac.uk).

Le parole chiave utilizzate sono state: *Humeral supracondylar fractures AND children, Pink pulseless hand, Nerve injuries AND humeral supracondylar fractures*.

2.5. Criteri di selezione degli articoli e di estrazione dei dati per lo studio

La ricerca eseguita online con le limitazioni imposte dai punti 2.3 e 2.4, ha consentito di raccogliere 67 titoli che, dopo essere stati esaminati dai coordinatori del gruppo di lavoro, sono stati ridotti a 56; di questi sono stati poi richiesti i testi integrali.

L'analisi dei testi da parte dei redattori del documento, suddivisi per "quesiti clinici", ha portato a un'ulteriore riduzione del materiale a 24 articoli. Da questi 24 articoli sono stati estratti i dati presentati in questo documento.

Per il quesito 3, in mancanza di meta-analisi sull'argomento, è stata condotta una revisione diretta della letteratura da parte dei coordinatori del gruppo.

2.6. Revisione del testo

Il documento finale prodotto dal GdL è stato inviato a due gruppi di revisori che hanno avuto mandato di verificare la rilevanza clinica nonché l'applicabilità delle raccomandazioni.

Nel gruppo di revisori esterni era presente un'esperta in epidemiologia e biostatistica che ha validato l'appropriatezza metodologica del lavoro.

3. Risultati

3.1. Quesito 1

Trattamento immediato versus differito

Totale studi inclusi: 5

Numero casi analizzati: 974

Sintesi

Nella frattura Tipo III secondo Gartland in paziente senza evidenti compromissioni vascolari e neurologiche, l'analisi della letteratura non mostra differenze significative in termini di complicanze post-operatorie quali infezioni, lesioni

neurologiche o sindrome compartimentale e/ o di outcome finale in gruppi di pazienti trattati entro o dopo le 6-8 ore dal trauma.

Per tale motivo alcuni autori sconsigliano, ove le condizioni cliniche lo consentano, gli interventi notturni in acuto ⁵.

Emerge tuttavia che nei pazienti trattati dopo le 12 ore dal trauma è maggiore il ricorso alla riduzione cruenta, a cielo aperto; qualora necessario, la via di accesso sarà scelta sulla base delle abitudini del chirurgo e delle strutture anatomiche che necessitano di essere esplorate. Non esistono infatti differenze statisticamente significative tra i vari approcci chirurgici (anteriore-posteriore-laterale) in termini di tasso di infezione, tempo di guarigione, lesioni nervose e sindrome compartimentale.

La via chirurgica di approccio posteriore si è rivelata però maggiormente associata alla comparsa di alterazioni del carrying angle (angolo cubitale) e di maggior incidenza di osteonecrosi della troclea ⁶.

Commento e raccomandazioni

Le caratteristiche della frattura (grado di scomposizione), la presenza o meno di lesioni neurovascolari, l'ora di accesso del paziente al pronto soccorso nonché l'esperienza del team chirurgico e anestesiológico sono i fattori che influenzano la scelta del timing di trattamento di una frattura sovracondiloidea di tipo III secondo Gartland ⁷⁻⁹.

La riduzione a cielo aperto dovrebbe essere presa in considerazione nei casi in cui dopo alcuni tentativi infruttuosi di riduzione incruenta non si ottenga il corretto allineamento dei monconi scheletrici; questo perché ripetute manipolazioni, soprattutto in casi di gomiti marcatamente tumefatti, possono essere causa di neuroaprassia e di rigidità articolare futura ¹⁰.

L'immobilizzazione in doccia di posizione con gomito in semiflessione e l'uso della trazione trans-scheletrica possono essere presi in considerazione nei casi in cui non sia possibile un approccio chirurgico immediato o se una corretta riduzione incruenta non sia ottenibile per marcata tumefazione del gomito nonché se non siano presenti un ortopedico esperto in traumatologia pediatrica o un anestesista dedicato al bambino.

3.2. Quesito 2

Configurazione dell'osteosintesi con fili di Kirschner e tecnica di introduzione

Totale studi inclusi: 6

Numero casi analizzati: 4892

Sintesi

Le tecniche di osteosintesi più utilizzate sono quelle con due fili laterali divergenti o con due fili incrociati (uno laterale e uno mediale).

Ad oggi nessuna delle metodiche sembra essere in assoluto più affidabile.

I due punti chiave nella scelta del costrutto da utilizzare sono la stabilità della sintesi e il rischio di lesioni nervose, soprattutto del nervo ulnare.

Riguardo alla stabilità della sintesi, studi biomeccanici hanno dimostrato che essa è sovrapponibile tra le tecniche mentre risulta inferiore solo nel caso di utilizzo di fili laterali paralleli.

Nei pazienti di età maggiore, l'uso di fili di diametro superiore (2 mm) ha mostrato di garantire un ulteriore incremento della stabilità ¹¹.

Nelle fratture instabili trattate con fili di Kirschner laterali, la tenuta biomeccanica può essere incrementata con l'aggiunta di un terzo filo, per contrastare gli stress rotazionali. L'utilizzo di fili incrociati (uno mediale e uno laterale) è gravato da un maggior rischio di lesione del nervo ulnare; essa può essere causata sia dalla transfissione del nervo da parte del filo di Kirschner sia dalla compressione nel suo decorso da parte di fenomeni fibrotici cicatriziali secondari ¹²⁻¹⁴.

L'utilizzo di una mini incisione a livello dell'epitroclea può essere un valido ausilio al fine di ridurre il rischio di tale complicanza, soprattutto nei gomiti con marcata tumefazione ¹⁵. L'uso della posizione prona sembrerebbe ridurre il rischio di lesione del nervo ulnare nella configurazione con fili incrociati.

Più raramente sono descritte lesioni dei nervi mediano e radiale in caso di osteosintesi solo per via laterale ¹⁶.

Commento e raccomandazioni

I risultati clinici, radiografici e funzionali sono sovrapponibili tra le due metodiche e cioè tra la metodica con fili laterali divergenti e quella con fili incrociati (uno laterale e uno mediale).

L'incidenza di lesione del nervo ulnare nel caso di uso della tecnica a fili incrociati risulta ridotta in caso di:

- inserimento del filo mediale evitando l'iperflessione del gomito;
- eventuale mini accesso, soprattutto nei casi di gomito marcatamente tumefatto;
- tecnica di riduzione e osteosintesi in posizione prona.

Si raccomanda pertanto, in presenza di risultati sovrapponibili tra le due metodiche, di adattare la strategia di trattamento oltre che alle caratteristiche della frattura anche all'esperienza del chirurgo con le diverse tecniche di osteosintesi.

3.3. Quesito 3

Posizionamento del paziente supino o prono

Totale studi inclusi 6

Numero casi esaminati: 579

Sintesi

Il decubito supino è quello storicamente maggiormente utilizzato nel trattamento di riduzione e osteosintesi delle fratture sovracondiloidee.

Da oltre 10 anni è però descritta in letteratura una tecnica chirurgica che prevede che sia la riduzione incruenta sia l'osteosintesi percutanea vengano eseguite con paziente posizionato prono sul tavolo operatorio. Viene sottolineato, quale vantaggio della riduzione in posizione prona, che la riduzione viene facilitata dalla forza di gravità dell'avambraccio penzolante che autoriduce sul piano sagittale il frammento distale dislocato posteriormente e pone automaticamente la paletta omerale, che si appoggia su un supporto, in posizione corretta sul piano frontale. I dati della letteratura evidenziano inoltre tra i vantaggi della tecnica di osteosintesi della frattura sovracondiloidea del gomito in posizione prona il ridotto rischio di lesione del nervo ulnare durante l'osteosintesi con filo di Kirschner ^{17 18}. In un'ampia casistica di 455 fratture trattate in posizione prona non viene riportata alcuna lesione del nervo ulnare ¹⁹. Il nervo, ipermobile nel bambino, si disloca anteriormente quando il gomito viene iperflesso; la posizione in iperflessione, prevista dalla tecnica di riduzione e osteosintesi in posizione supina lo renderebbe più vulnerabile. In posizione prona, dopo aver introdotto il filo di Kirschner radiale e avendo quindi già ottenuto, dopo la riduzione, una iniziale stabilità alla frattura, non è più necessario flettere il gomito per l'introduzione del secondo filo di Kirschner, quello ulnare, rendendo il nervo ulnare meno vulnerabile.

Nell'esecuzione dell'osteosintesi in posizione prona, come già avviene nella tecnica in posizione supina, è importante che l'utilizzo dell'amplificatore di brillantezza per ottenere le 2 proiezioni standard, avvenga facendo ruotare il braccio a "C" mentre il gomito del paziente viene mantenuto fermo dall'operatore in modo da evitare il rischio di una scomposizione secondaria ²⁰⁻²².

Commento e raccomandazioni

Una critica mossa nei confronti del trattamento delle fratture sovracondiloidee in posizione prona riguarda l'adeguatezza di questa posizione qualora fosse necessario eseguire una riduzione cruenta per fallimento della riduzione incruenta o per la necessità di una esplorazione delle strutture vascolari in regione cubitale anteriore. Nelle rare fratture sovracondiloidee di omero in flessione, con frammento distale dislocato anteriormente e lateralmente, non è indicato il trattamento in posizione prona, perché il meccanismo di riduzione non è efficace, perché la flessione del gomito potrebbe danneggiare ulteriormente le strutture neurovascolari. In presenza di altre lesioni in altri distretti anatomici o in presenza di un politrauma potrebbe essere

difficoltoso l'accesso chirurgico nelle altre sedi di lesione con il paziente in posizione prona.

Risultando più difficile per l'anestesista il controllo delle vie aeree in posizione prona si renderà necessaria, solitamente, l'intubazione invece che il posizionamento di una maschera laringea, rimanendo invariati i rischi anestesiológicos delle due posizioni.

Due studi hanno valutato comparativamente i risultati della tecnica in posizione prona e di quella in posizione supina. In conclusione, non sono state evidenziate differenze tra riduzione incruenta e osteosintesi in posizione prona o supina per quanto riguarda l'esposizione a radiazioni ionizzanti, la durata dell'intervento, i tentativi di riduzione incruenta, i tentativi di posizionamento dei fili, i risultati radiografici, i risultati clinici e funzionali ²³.

3.4. Quesito 4

Trattamento della "mano calda senza polso"

Totale studi inclusi: 4

Numero casi analizzati: 3223

Sintesi

Il trattamento di una "mano calda senza polso" non dispone ancora di raccomandazioni univoche, tanto che la stessa *American Academy of Orthopaedic Surgeons* non è riuscita a creare delle linee guida condivise ²⁴ sull'approccio a un bambino in cui, dopo la riduzione della frattura e un debito tempo di attesa, non si assista alla ricomparsa del polso radiale nonostante la mano rimanga calda e ben perfusa.

La riduzione e la stabilizzazione della frattura portano nella maggior parte di casi alla ripresa del circolo.

La maggior parte degli autori concordano sull'astensione dall'esplorazione immediata in presenza di una riduzione anatomica e stabile, una buona ripresa del refill capillare (< 2 secondi) e una mano rosa, calda con normale turgore dei polpastrelli.

È raccomandabile un accurato e periodico controllo delle suddette condizioni per almeno 48 ore dal trauma, al fine di individuare eventuali cambiamenti, segno di possibile insufficienza vascolare ²⁵.

L'angiografia non dovrebbe essere considerata un esame essenziale poiché la sua esecuzione richiede tempo, spesso il ricorso a anestesia, con possibile ritardo nel trattamento della lesione di partenza; il piccolo calibro dei vasi può inoltre predisporre a lesioni vasali durante l'esecuzione dell'esame.

Esami meno invasivi come l'ecocolordoppler o l'angio TC possono essere considerati come opzioni, qualora disponibili apparecchiatura e competenza medica, per la diagnosi di lesioni vascolari ²⁶.

Commento e raccomandazioni

Il monitoraggio clinico della mano calda senza polso è necessario mediante controlli cadenzati delle condizioni circolatorie, della motilità e della sensibilità.

Ogni peggioramento delle condizioni post-operatorie va interpretato come un segnale d'allarme che può condurre a una tempestiva esplorazione del fascio vascolo nervoso. L'accesso anteriore o antero mediale sono quelli preferibili per una buona esposizione delle strutture vasali ²⁷.

3.5. Quesito 5

Trattamento delle lesioni nervose associate

Totale studi inclusi: 3

Numero casi esaminati: 2828

Sintesi

La particolare anatomia della regione del gomito rende conto dell'elevato rischio di lesioni neurologiche associate a frattura della regione sovracondiloidea dell'omero per via degli stretti rapporti tra lo scheletro e i nervi radiale, mediano e ulnare.

Le lesioni a carico dei nervi mediano e radiale sono più frequenti nelle forme in estensione tipo Gartland III mentre il nervo ulnare è più interessato nelle forme in flessione o da lesioni dopo inserimento di un filo di Kirschner mediale ²⁸. In caso di lesione del nervo mediano è frequente il coinvolgimento del nervo interosseo anteriore (NIA) che si manifesta con la perdita di flessione dell'articolazione interfalangea del pollice e interfalangea distale dell'indice.

Per le lesioni del nervo ulnare è possibile distinguere due situazioni:

1. paralisi che compare dopo l'intervento, dovuta a possibile transfissione o compressione del nervo da parte del filo di Kirschner mediale;
2. paralisi che insorge lentamente, probabilmente secondaria a compressione nervosa da fenomeni fibrotici cicatriziali, osservabile spesso anche a distanza di settimane dal trauma e dal trattamento.

Commento e raccomandazioni

In linea generale le lesioni nervose associate a frattura sovracondiloidea, sono neuroaprassie transitorie che recuperano spontaneamente in un tempo variabile tra 3 e 6 mesi dal trauma.

Il monitoraggio neurofisiologico non è indicato nell'immediato periodo post-trauma e ha significato solo in caso di mancanza di segni di recupero dopo 4-6 settimane dallo stesso.

L'esplorazione del nervo e la sua eventuale riparazione va considerata in caso di non recupero a 6 mesi dall'insorgenza della paralisi; è invece giustificabile un intervento più precoce nel caso in cui si dimostri un inglobamento del

nervo nel callo di frattura documentato mediante esami di diagnostica per immagini quali l'ecografia e la Risonanza Magnetica ²⁹.

In presenza di lesione del nervo ulnare dopo osteosintesi con filo di Kirschner introdotto per via mediale, nel sospetto di possibile lesione del nervo ulnare, è da prendere in considerazione la rimozione del filo stesso ³⁰.

Nel caso di paralisi del nervo ulnare comparsa a distanza di alcune settimane dal trauma è possibile applicare una strategia di attesa per valutare il recupero spontaneo, non superando però i 6 mesi di attesa dal momento del trauma, poiché trascorso tale periodo si riduce la possibilità di un recupero spontaneo e si deve prendere in considerazione l'esplorazione del nervo e la sua eventuale riparazione.

Conclusioni

Il presente documento è da considerarsi come aggiornato al momento della pubblicazione con quanto riportato dalla più recente letteratura sull'argomento; esso dovrà prevedere eventuali successive revisioni qualora nuovi dati sui quesiti oggetto di queste linee guida fossero disponibili.

Per alcuni quesiti (Quesiti 3 e 5) saranno meno probabili sostanziali modifiche ai dati già emersi dall'analisi attuale della letteratura mentre per altri quesiti (Quesiti 1, 2 e 4) saranno necessarie ulteriori future integrazioni che dovranno soprattutto affrontare i seguenti argomenti:

- tempistiche di invio presso centri specialistici di traumatologia pediatrica e conseguente trattamento temporaneo di attesa;
- calibro dei fili di Kirschner nelle diverse fasce d'età al fine di ottenere la migliore stabilità dell'osteosintesi possibile;
- monitoraggio della mano calda e senza polso mediante l'utilizzo di apposito strumento come il pulsiossimetro ³¹.

Bibliografia

- Kasser JR, Beaty JH. *Fratture sovracondiloidee dell'estremo distale dell'omero*. In: *Rockwood e Wilkins Fractures in children*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins 2006, pp. 549-596.
- Gartland JJ. *Management of supracondylar fractures of the humerus in children*. *Surg Gynecol Obst* 1959;109:145-15.
- www.aaos.org/guidelines/Supracondylar-Fracture/SupCon-FullGuideline.pdf
- www.boa.ac.uk/wp-content/uploads/2015/01/BOAST11.pdf
- Loizou CL, Simillis C, Hutchinson JR. *A systematic review of early versus delayed treatment for type III supracondylar humeral fractures in children*. *Injury* 2009;40:245.
- Wingfield JJ, Ho CA, Abzug JM, et al. *Open reduction techniques for supracondylar humerus fractures in children*. *J Am Acad Orthop Surg* 2015;23:e72-80.
- Pretell Mazzini J, Rodriguez Martin J, Andres Esteban EM. *Surgical approaches for open reduction and pinning in severely displaced supracondylar humerus fractures in children: a systematic review*. *J Child Orthop* 2010;4:143-52.
- Tellisi N, Abusetta G, Day M, et al. *Management of Gartland's type III supracondylar fractures of the humerus in children: the role audit and practice guidelines*. *Injury* 2004;35:1167-71.
- Pesenti S, Ecalle A, Peltier E, et al. *Experience and volume are determinative factors for operative management of supracondylar humeral fractures in children*. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:404-10.
- Pretell-Mazzini J, Rodriguez-Martin J, Andres-Esteban EM. *Does open reduction and pinning affect outcome in severely displaced supracondylar humeral fractures in children? A systematic review*. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2010;5:57-64.
- Chen TL, He CQ, Zheng TQ, et al. *Stiffness of various pin configurations for pediatric supracondylar humeral fracture: a systematic review on biomechanical studies*. *J Pediatr Orthop B* 2015;24:389-99.
- Brauer CA, Lee BM, Bae DS, et al. *A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus*. *J Pediatr Orthop* 2007;27:181-6.
- Dekker AE, Krijnen P, Schipper IB. *Results of crossed versus lateral entry K-wire fixation of displaced pediatric supracondylar humeral fractures: a systematic review and meta-analysis*. *Injury* 2016;47:2391-8.
- Zorrilla S de Neira J, Prada-Cañizares A, Marti-Ciruelos R, et al. *Supracondylar humeral fractures in children: current concepts for management and prognosis*. *Int Orthop* 2015;39:2287-96.
- Green DW, Widmann RF, Frank JS, et al. *Low incidence of ulnar nerve injury with crossed pin placement for pediatric supracondylar humerus fractures using a mini-open technique*. *J Orthop Trauma* 2005 ar;19:158-63.
- Woratanarat P, Angsanuntsukh C, Rattanasiri S, et al. *Meta-analysis of pinning in supracondylar fracture of the humerus in children*. *J Orthop Trauma* 2012;26:48-53.
- Fowler TP, Marsh JL. *Reduction and pinning of pediatric supracondylar humerus fractures in the prone position*. *J Orthop Trauma* 2006;20:277-81.
- De Pellegrin M, Brivio A, Pescatori E, et al. *Frattura sovracondiloidea di omero in età infantile. Osteosintesi percutanea in posizione prona*. *GIOT* 2008;34:199-204.
- Havlas V, Trc T, Gaheer R, et al. *Manipulation of pediatric supracondylar fractures of humerus in prone position under general anesthesia*. *J Pediatr Orthop* 2008;28:660-4.

- ²⁰ Kao HK, Yang WE, Li WC, et al. *Treatment of Gartland type III pediatric supracondylar humerus fractures with the Kapandji technique in the prone position*. J Orthop Trauma 2014;28:354-9.
- ²¹ Venkatadass K, Balachandar G, Rajasekaran S. *Is prone position ideal for manipulation and pinning of displaced pediatric extension-type supracondylar fractures of humerus? A randomized control trial*. J Pediatr Orthop 2015;35:672-6.
- ²² Abzug JM, Kozin SH. *Fracture of the pediatric elbow: supracondylar humerus, lateral condyle, transphyseal distal humerus and capitellum fractures*. In: Herman MJ, Horn BD, eds. *Contemporary surgical management of fractures & complications*. Jaypee 2014, Vol 3 Pediatrics, Chapt 3, pp. 35-69.
- ²³ Guler O, Mutlu S, Isyar M, et al. *Prone versus supine position during surgery for supracondylar humeral fractures*. J Orthop Surg 2016;24:167-9.
- ²⁴ American Academy of Orthopaedic Surgeons. *The treatment of pediatric supracondylar humerus fractures: evidence based guidelines and evidence report*. 2011. <http://www.aaos.org/research/guidelines/supracondylarfractures/supconfullguidelines.pdf>. Accessed 2015 Jan 15.
- ²⁵ Badkoobehi H, Choi PD, Bae DS, et al. *Management of the pulseless pediatric supracondylar humeral fracture*. J Bone Joint Surg Am 2015;97:937-43.
- ²⁶ White L, Mehlman CT, Crawford AH. *Perfused, pulseless, and puzzling: a systematic review of vascular injuries in pediatric supracondylar humerus fractures and results of a POS-NA questionnaire*. J Pediatr Orthop 2010;30:328-35.
- ²⁷ Griffin KJ, Walsh SR, Markar S, et al. *The pink pulseless hand: a review of the literature regarding management of vascular complications of supracondylar humeral fractures in children*. Eur J Vasc Endovasc Surg 2008;36:697-702.
- ²⁸ Babal JC, Mehlman CT, Klein G. *Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis*. J Pediatr Orthop 2010;30:253-63.
- ²⁹ Ristic S, Strauch RJ, Rosenwasser MP. *The assessment and treatment of nerve dysfunction after trauma around the elbow*. Clin Orthop Relat Res 2000;(370):138-53.
- ³⁰ Slobogean BL, Jackman H, Tennant S, et al. *Iatrogenic ulnar nerve injury after the surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus: number needed to harm, a systematic review*. J Pediatr Orthop 2010;30:430-6.
- ³¹ Soh RC, Tawng DK, Mahadev A. *Pulse oximetry for the diagnosis and prediction for surgical exploration in the pulseless perfused hand as a result of supracondylar fractures of the distal humerus*. Clin Orthop Surg 2013;5:74-81.

Silvio Boero, Presidente SITOP; UOC Ortopedia e Traumatologia Istituto Giannina Gaslini Genova; Nunzio Catena, SC Ortopedia e Traumatologia Pediatrica Ospedale Infantile Cesare Arrigo Alessandria; Maurizio De Pellegrin, F Ortopedia e Traumatologia Pediatrica Ospedale S. Raffaele, Milano; Lorenza Marengo, UOC Ortopedia e Traumatologia Istituto Giannina Gaslini Genova; Carlo Origo, SC Ortopedia e Traumatologia Pediatrica Ospedale Infantile Cesare Arrigo Alessandria; Laura Ruzzini, UOC Ortopedia Ospedale Pediatrico Bambino Gesù Roma; Filippo M. Senes, UOSD Microchirurgia e Chirurgia della mano Istituto Giannina Gaslini Genova; Marco Carbone, SC Ortopedia e Traumatologia e Centro Scoliosi Istituto Burlo Garofolo Trieste; Pasquale Guida, UOC Ortopedia e Traumatologia Ospedale Santobono Pausillipon Napoli; Vito Pavone, Clinica Ortopedica Università degli Studi di Catania; Renato Toniolo, UOC Traumatologia Ospedale Pediatrico Bambino Gesù Roma; Maria Grazia Calevo, UOSD Bioepidemiologia e Statistica Istituto Giannina Gaslini Genova; Pierluigi Tos, UO Chirurgia della Mano e Microchirurgia Ricostruttiva ASST Pini, CTO Milano

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