



Le fratture diafisarie di omero in età pediatrica

Antonio Casaburi^{1,a} (✉), Daniela Lamberti², Teresa Busiello¹, Biagio Sorrentino¹, Vito Siesto¹, Pasquale Guida¹

¹U.O.C. Ortopedia e Traumatologia, A.O.R.N. Santobono Pausilipon, Napoli, Italia

²A.I.F. U.O.C. Ortopedia e Traumatologia, A.O.R.N. Santobono Pausilipon, Napoli, Italia

^aantoniocasaburi2017@gmail.com

ABSTRACT – HUMERAL SHAFT FRACTURES IN THE PAEDIATRIC AGE

Humeral shaft fractures are uncommon in children. They occur with bimodal distribution, presenting peaks in the first and third childhood. The treatment differs according to age and fracture complexity. Most of them generally occur at the medial third of humeral bone, below the distal insertion of the deltoid. The management of minimally dislocated fractures is non-surgical, thanks to children bone remodelling capacity. Surgery is indicated in open fractures, multiple trauma, compartment syndromes and inadequate closed reduction. The elastic intramedullary nailing is the most used therapeutic approach. It is a minimally invasive, simple technique with a very low complication rate.

Pubblicato online: 24 settembre 2018

© Società Italiana Ortopedici Traumatologi Ospedalieri d'Italia 2018

Introduzione

Le fratture medio diafisarie di omero sono poco frequenti in età evolutiva. Esse rappresentano solo l'1% di tutte le fratture pediatriche, con incidenza inferiore rispetto a quelle metafisarie distali e prossimali. La distribuzione con cui si verificano è bimodale, presentando picchi in prima e terza infanzia [1, 2]. L'eziologia differisce in base all'età: nei pazienti di età superiore a 10 anni si riconosce nei traumi indiretti o diretti ad alta energia la causa più frequente; nei bambini di età inferiore a 3 anni sono imputabili i traumi da abuso; nei neonati sono seconde solo alla frattura di clavicola e si associano soprattutto alla macrosomia fetale e alla presentazione podalica. Da non sottovalutare sono inoltre le fratture patologiche, conseguenti in particolare a cisti ossee o a displasia fibrosa [3].

Classificazione

Al fine di ottenere informazioni utili alla preparazione del planning preoperatorio, le fratture diafisarie di omero vanno classificate, in base ad un *criterio topografico* o di *localizzazione anatomica*, in fratture del 1/3 prossimale, del 1/3 medio e del 1/3 distale (Fig. 1). Ciò assume particolare rilievo se si considerano gli stretti rapporti di contiguità del nervo radiale nella doccia di torsione omerale, con sua particolare fissità al limite tra terzo medio e terzo distale. Specie in quest'ultima localizzazione, è da tener presente il possibile coinvolgi-

mento del nervo in termini di neuroaprassia, assonotmesi o neurotmesi. Nella scelta del tipo di trattamento, fondamentale è considerare il decorso della linea di frattura (spirale, obliqua, trasversa, comminuta), in quanto essa condiziona sia la sollecitazione dei gruppi muscolari nel determinare la scomposizione dei frammenti, sia il mantenimento della riduzione. In altri termini, lascia presagire la stabilità della frattura, sulla quale inoltre influisce l'eventuale comminuzione o la pluriframmentarietà. Un'ulteriore connotazione è data dalla presenza o meno di danno ai tessuti molli circostanti (aperte, chiuse) in ragione della natura acuminata dei frammenti in questa sede. Le fratture trasverse, più frequentemente, sono associate a traumi accidentali contusivi diretti da caduta; quelle oblique e spiroidei si verificano quando il trauma avviene cadendo sulla mano o sul gomito accompagnandosi a un movimento torsionale. Le fratture comminute non sono molto comuni e quando si verificano sono conseguenza di traumi ad alta energia come gli incidenti stradali automobilistici [4].

Trattamento

La filosofia del trattamento di queste fratture si è evoluta a partire dalla fine del XX secolo. Fino a quel momento il *trattamento conservativo* rappresentava l'unica metodologia condivisa nella comunità scientifica. Sir John Charnley, pur pioniere del trattamento chirurgico dell'artrosi dell'anca, era convinto fautore del trattamento conservativo [5] e anche

12-D Diaphyseal fractures

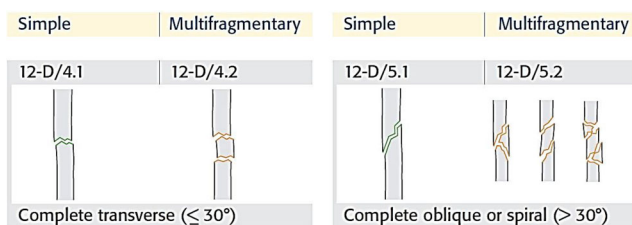


Fig. 1 - Classificazione AO delle fratture diafisarie di omero pediatriche

Lorenz Bohler [6] condivideva l'assoluta inutilità del trattamento cruento. In questo cambio di filosofia di trattamento i contributi decisivi sono stati determinati anche dai miglioramenti tecnologici con materiali inerti quali il titanio o l'acciaio austenitico. Contemporaneamente a quanto è avvenuto nell'adulto con l'inchiodamento endomidollare, anche nel bambino le tecniche di osteosintesi interna hanno prevalso rispetto a quelle della fissazione esterna [7]. Questi elementi hanno contribuito a determinare un incremento delle indicazioni chirurgiche in traumatologia pediatrica [8]. La scelta terapeutica, nella dicotomia tra trattamento conservativo e chirurgico, non può non tenere conto dei limiti di tolleranza delle deformità residue (Fig. 2). Questi limiti variano a seconda delle fasce di età. A tal riguardo la letteratura non fornisce valori di riferimento unanimi. In bambini più grandi dei 10 anni le deviazioni in varo sono meglio compensate di quelle in valgo e il limite massimo descritto è di 10 gradi. Pertanto, l'indicazione chirurgica diventa necessaria nel caso di bambini di età superiore ai 10 anni con dislocazione maggiore di 10°, deformità in valgo e con segni di compromissione del nervo radiale [9]. Webb et al. precisano che non sono ammissibili deformità residue superiori a 30° per il terzo diafisario prossimale, 20° per il terzo medio diafisario e 15° per le fratture del terzo diafisario distale [10, 11]. Altro algoritmo a cui si può fare riferimento è quello descritto da Beaty [12] il quale suddivide per fasce d'età i valori accettabili di deformità e scomposizione. Per bambini di età inferiore a 5 anni è tollerabile una angolazione fino a 70° e una totale scomposizione dei frammenti; per bambini di età compresa tra 5 e 12 anni è tollerabile un'angolazione

compresa tra i 40 e i 70°; nei pazienti di età maggiore a 12 anni fino a 40° di angolazione ma con almeno il 50% di apposizione ossea dei frammenti. Mentre i difetti rotazionali vanno necessariamente corretti, l'accorciamento osseo nei bambini più piccoli è ammesso se limitato a 2 cm [13]. Nei neonati e nella prima infanzia il trattamento è quasi sempre incruento e consiste in bendaggio tipo Desault, gesso pendente brachio-metacarpale e, meno frequentemente, gesso toraco-brachiale eventualmente integrato dal filo di trazione transolecranica inglobato in apparecchio gessato toraco-metacarpale. Nei casi in cui la frattura abbia un percorso spirale o obliquo lungo può essere utile ottenere un avvicinamento dei due becchi di flauto con una sintesi di minima. A tal fine può essere utile il ricorso a fili di Kirschner di 2–2,5 cm sui quali, se si è verificata diastasi tra i frammenti, far scorrere delle viti cannulate per avere un effetto compressivo e una migliore stabilità primaria (Figg. 3, 4). Il trattamento chirurgico/cruento è da riservare ai casi di fallimento del trattamento incruento, alle fratture esposte e alle fratture irriducibili e instabili, siano esse trasverse, oblique o spiroidei specialmente al limite tra terzo medio e terzo distale dove le manovre manipolative, fatte in presenza di frammenti acuminati e aguzzi, possono compromettere la continuità del nervo radiale nella doccia di torsione o addirittura determinarne l'intrappolamento interframmentario [14]. Le tecniche adottabili sono: l'osteosintesi esterna mediante fissatore, l'osteosintesi interna mediante chiodi endomidollari elastici (ESIN) e, in minor misura, l'osteosintesi con placche e viti. La fissazione esterna è indicata nelle fratture esposte con perdita notevole di tessuti molli o nei casi in cui è necessaria l'osteogenesi per distrazione allo scopo di colmare una perdita ossea [15]. Avendo l'arto superiore funzione prevalentemente non portante ma cinematica, è importante ponderare l'uso del fissatore esterno, che è rigido, in quanto esso sottrae al focolaio di frattura le sollecitazioni in compressione e di telescopage utili per la callogenesi interframmentaria. Attualmente l'inchiodamento elastico endomidollare secondo Metaizeau rappresenta l'approccio terapeutico più utilizzato. L'inserimento può essere effettuato per via anterograda o retrograda. Quello retrogrado prevede una piccola incisione pari a circa 1–2 cm a livello dell'epicondilo distale laterale, il quale si preferisce al mediale per evitare danni iatrogeni a carico del nervo ulnare.

Fig. 2 - Indicazioni trattamento conservativo

TRATTAMENTO CONSERVATIVO FRATTURE DIAFISARIE DI OMERO	
Indicazioni	
- Fratture perinatali - Fratture con valori di deformità residua accettabili - Fratture da stress	
{	20° – 30°
	VARO
	20°
	PROCURVATO
{	15°
	INTRAROTAZIONE
{	1 – 2 cm
	ACCORCIAMENTO

Fig. 3 - Frattura obliqua medio-diafisaria di omero in bambino di 11 anni (a), trattata mediante riduzione incruenta, sintesi con viti lag e gesso bmc (b); controllo a 35 giorni (c,d)

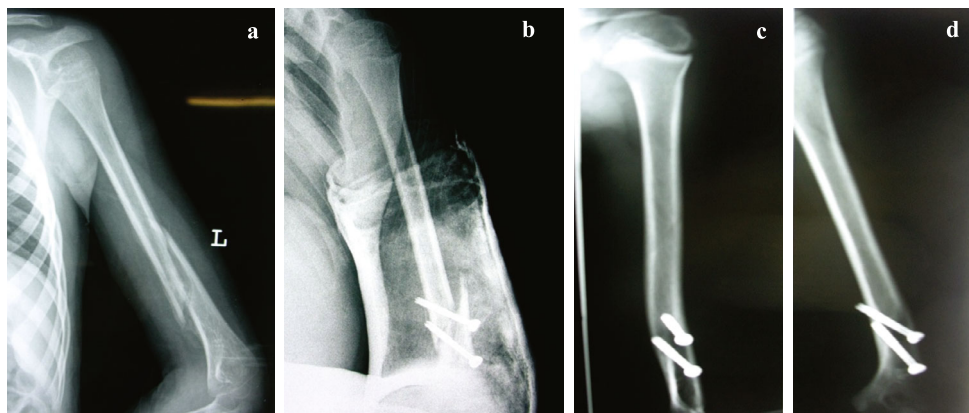


Fig. 4 - Frattura medio diafisaria di omero in bambino di 11 anni (a,b), trattata mediante riduzione incruenta e sintesi con 2 fili di Kirschner (c,d)

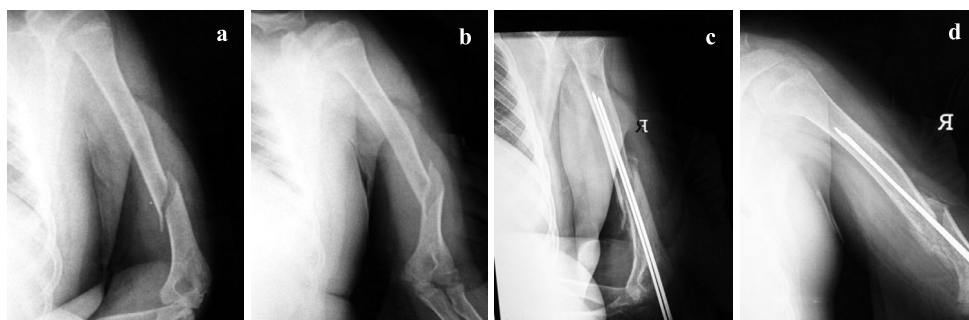
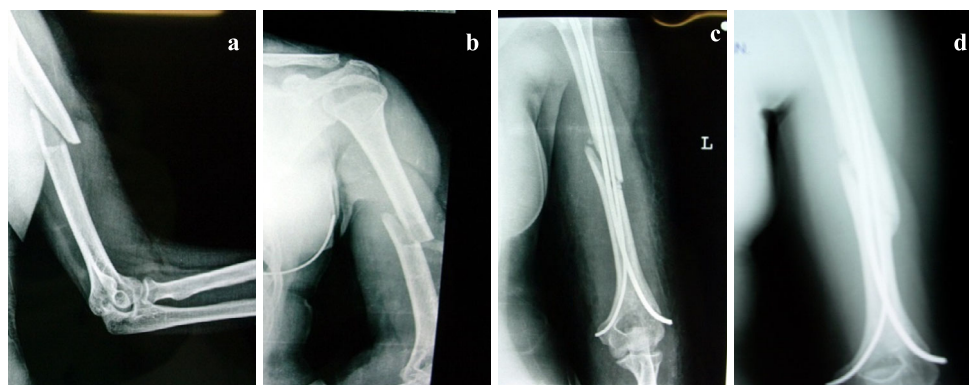


Fig. 5 - Politrauma in bambino di 3 anni con frattura obliqua medio diafisaria di omero (a,b), trattata mediante osteosintesi con 2 chiodi endomidollari elastici (c), introdotti in senso retrogrado con costruito a Torre Eiffel; controllo a 50 giorni post-intervento (d)



È palese che quando i due chiodi vengono inseriti a 2 cm dall'epicondilo mediale e laterale l'hardware è molto migliore biomeccanicamente, in quanto ciascun chiodo presenta tre appoggi (al portale di ingresso, sulla corticale controlaterale e nella parte apicale), speculari all'altro chiodo. Vale sempre la regola nella scelta del diametro dei chiodi i quali devono occupare il 40% del canale, come vale anche la considerazione che, nell'allestimento con la lesina dei portali, bisognerà cercare di disegnare un tragitto che non deve essere ortogonale all'osso, ma piuttosto a 45° rispetto all'asse diafisario. In tal guisa, il chiodo potrà poggiarsi con il dorso della porzione rastremata sulla corticale controlaterale; in questo modo si eviterà soprattutto l'errore più frequente che è quello del-

lo sfondamento della corticale omerale opposta. A tal fine è opportuno dare una piccola curvatura apicale al chiodo col mandrino dell'insertore, così che esso sgusci più facilmente e si porti al centro del canale diafisario. Il canale midollare accoglie in genere 2 chiodi in titanio posti "faccia a faccia", così da realizzare un costruito "a Torre Eiffel" (Fig. 5). Essi vengono curvati prima dell'inserimento, facendo in modo che il massimo grado di curvatura coincida col sito di frattura. In corrispondenza del sito della discontinuità scheletrica sarebbe meglio se i chiodi fossero distanziati il massimo possibile per avere un'ottimale stabilità. Questi chiodi presentano un'estremità ricurva e rastremata non appuntita, grazie alla quale si ancorano alla corticale terminale e stabilizzano

il focolaio di frattura contro i movimenti torsionali. Importante è la scelta del loro diametro; come già detto, sottolineiamo che la misura ottimale corrisponde a circa la metà (30–40%) del canale midollare. I chiodi maggiormente utilizzati sono quelli con diametro di 2–2,5 mm. Pertanto, tra le caratteristiche dell'omero che vanno considerate, è fondamentale tener presente quelle che variano a seconda dell'età, come ad esempio il diametro del canale midollare che diventa maggiore in età superiore agli 8 anni.

Questo approccio chirurgico permette una stabile fissazione e un buon controllo rotazionale a livello del sito di frattura consentendo, inoltre, una più precoce mobilizzazione dell'arto e un più rapido ritorno alle normali attività quotidiane del piccolo paziente [16].

Nelle fratture basse l'approccio sarà a livello della V deltoidea con progressione anterograda discendente attraverso un unico accesso sulla corticale laterale; pertanto, il secondo chiodo non andrà piegato a "C" ma a "S" per favorire la realizzazione della classica configurazione a Torre Eiffel.

Nelle fratture del terzo distale un accesso minimo consentirà di portare lontano dal focolaio fratturativo il nervo radiale e potrà essere impiegato anche per serrare con dei cerchiaggi riassorbibili il becco del flauto.

Complicazioni

Le due più comuni complicanze di frattura diafisaria di omero che si verificano negli adulti, la paralisi del nervo radiale e la pseudoartrosi, sono rare nei bambini.

La paralisi del nervo radiale si verifica in meno del 5% dei casi. La completa lesione del nervo, diversamente dagli adulti, è rara; generalmente si tratta di una neuroaprassia che va incontro a risoluzione spontanea [17]. Non è da escludere una paralisi a insorgenza tardiva, causata dall'incarceramento del nervo durante la formazione del callo osseo. È dunque necessario effettuare sempre un accurato esame neurologico per valutare la funzionalità del nervo radiale, il quale può essere lesa anche a seguito delle manovre riduttive.

In presenza di paralisi del nervo radiale, se il recupero funzionale non avvenisse entro 3–4 mesi andrebbe effettuata una valutazione elettromiografica e considerata l'eventuale esplorazione chirurgica. In questo percorso diagnostico va comunque rimarcato il concetto che l'esame elettrodiagnostico diventa sensibile in genere dopo le tre settimane dall'inizio della lesione.

La pseudoartrosi è estremamente rara nei bambini [18], grazie alla loro elevata capacità di rimodellamento osseo. Generalmente è possibile che si attendano tempi molto più lunghi che nell'adulto, certamente oltre i 6 mesi, a meno che non compaiano i classici aspetti radiologici di svasatura dei monconi, di gap interframmentario e di iperproduzione di anormali ponti, a seconda che si tratti della forma ipertrofica o atrofica.

Il difetto di consolidazione raramente produce deficit funzionali entro i 30° di angolazione, grazie all'ampio range di movimento permesso dalla spalla omolaterale.

L'accorciamento dell'arto fratturato si verifica comunemente ma quasi sempre è nei limiti dei 1–2 cm, quindi implica di rado risvolti a livello funzionale.

Le complicanze derivanti dall'approccio chirurgico con ESIN sono poche e rappresentate dall'irritazione cutanea nel sito di inserimento, dalla borsite reattiva e dalla migrazione dei chiodi.

Discussione e conclusioni

Le fratture diafisarie di omero sono rare nei bambini. Per la maggior parte di esse viene adottato un trattamento conservativo con utilizzo di bendaggi, tutori di spalla o, meno frequentemente, apparecchi gessati toraco-brachio-metacarpali. Moderati gradi di angolazione sono ben tollerati nei bambini piccoli grazie alla potenziale capacità di rimodellamento osseo. Un'angolazione in varo si verifica facilmente anche in seconda e terza infanzia. In tal caso bisogna sorvegliare che non superi i 20°. Quando le fratture sono instabili e risulta difficile mantenere la riduzione in-cruenta, che spesso è di per sé poco tollerabile nei piccoli pazienti, si adotta il trattamento chirurgico che vede ad oggi un ampio impiego dei chiodi elastici endomidollari. Questo tipo di intervento rappresenta la scelta terapeutica più valida. Esso è vantaggioso in termini di rapidità di esecuzione, inferiori tempi di recupero funzionale e ridotti tempi di ospedalizzazione.

In più non sono richiesti controlli radiografici ripetuti nel follow-up in ragione della maggiore stabilità elastica a livello della frattura [19].

La nostra casistica 2016–2017 annovera 64 casi di bambini (età media 10 anni) trattati con questa tecnica. L'immobilizzazione post-intervento è stata in media di 4 settimane (con reggi braccio o tutore di spalla a scopo soprattutto antalgico e di protezione per i bambini più piccoli) ma teoricamente, come alcuni autori indicano, potrebbe essere di molto diminuita e in pazienti più complianti limitata magari alle prime 2 settimane. La rimozione dei chiodi è avvenuta dopo circa 6–10 mesi dall'intervento, allorché i pazienti mostravano pieno recupero funzionale e il callo osseo ben maturo. Il follow-up, in media a 12–14 mesi, ha evidenziato risultati soddisfacenti in termini di guarigione senza residue deformità patologiche in varo o valgo.

È da sottolineare, comunque, quanto stiano aumentando le indicazioni al trattamento chirurgico, non solo per le problematiche medico-legali legate al passaggio dalla nozione paternalistica a quella contrattuale dell'atto medico, ma anche per motivi sociologici e manageriali. Dal *punto di vista sociologico*, l'evoluzione del classico modello di famiglia patriarcale vede entrambi i genitori impegnati in atti-

vità lavorative, il che richiede un precoce rientro del piccolo alla vita scolastica e una riduzione dei tempi di degenza in ospedale. Dal *punto di vista manageriale*, la conversione della figura medica a quella dirigenziale presuppone una pressante attenzione agli aspetti gestionali, quindi all'ottimizzazione dei tempi di ricovero, al perfezionamento dei percorsi diagnostico-terapeutici e assistenziali, mirando ad ottenere outcome ottimali. Infine, ma non per ultimo, va ricordata l'aspettativa di salute dei genitori costituzionalmente garantita: essi non vogliono la guarigione ma il risultato perfetto. Peraltro, l'innovazione scientifica ha messo a disposizione materiali e tecnologie che consentono risultati assai brillanti, nonché il conseguimento di una stabilità primaria già all'uscita della sala operatoria, con conseguente abbandono dell'apparecchio gessato.

CONFLITTO DI INTERESSE Gli autori Antonio Casaburi, Daniela Lamberti, Teresa Busiello, Biagio Sorrentino, Vito Siesto e Pasquale Guida dichiarano di non avere alcun conflitto di interesse.

CONSENSO INFORMATO E CONFORMITÀ AGLI STANDARD ETICI Tutte le procedure descritte nello studio e che hanno coinvolto esseri umani sono state attuate in conformità alle norme etiche stabilite dalla dichiarazione di Helsinki del 1975 e successive modifiche. Il consenso informato è stato ottenuto da tutti i pazienti inclusi nello studio.

HUMAN AND ANIMAL RIGHTS Per questo tipo di studio non è richiesto l'inserimento di alcuna dichiarazione relativa agli studi effettuati su esseri umani e animali.

Bibliografia

- Marengo L, Rousset M, Paonessa M et al (2016) Displaced humeral shaft fractures in children and adolescents: results and adverse effects in patients treated by elastic stable intramedullary nailing. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 26:453–459
- Marengo L, Canavese F, Cravino M et al (2015) Outcome of displaced fractures of the distal metaphyseal-diaphyseal junction of the humerus in children treated with elastic stable intramedullary nails. *J Pediatr Orthop* 35:611–616
- Carnesale PG (1998) Benign tumors of bone. In: Canale ST (ed) *Campbell's operative orthopaedics*, 9th edn. Mosby, St. Louis, pp 683–702
- Landin LA (1997) Epidemiology of children's fractures. *J Pediatr Orthop* 6:79–83
- Charnley J (1950) *The closed treatment of common fractures*, Edinburgh, London
- Böhler L (1929) *Treatment of fractures*. Wilhelm Maudrich, Vienna
- Dietz HG, Schmittenbecher PP, Slongo T, Wilkins K (2006) Elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children. In: *AO manual of fracture management*. Thieme, New York
- Flynn JM et al (2010) Changes in the philosophy of management of fractures in children: recent years have witnessed a shift toward a greater role for operative treatment. In: Rockwood Wilkins (ed) *Fractures in children*, 7th edn. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- von Laer L (2001) *Pediatric fractures and dislocation*. Thieme, New York
- Webb L, Mooney J (2003) Fractures and dislocations about the shoulder. In: Green N, Swiontkowski M (eds) *Skeletal trauma in children*. Saunders, Philadelphia, pp 322–343
- Caviglia HH, Garrido CP, Palazzi FF, Meana NV (2005) Pediatric fractures of the humerus. *Clin Orthop Relat Res* 432:49–56
- Beatty JH (1992) Fractures of the proximal humerus and shaft in children. *Instr Course Lect* 41:369–372
- Shrader MW (2007) Proximal humerus and humeral shaft fractures in children. *Hand Clin* 23:431–435
- Rang M (1983) *Children's fractures*, 2nd edn. JB Lippincott, Philadelphia, pp 154–161
- Asche G (1986) Use of external fixation in pediatric fractures. *Zentralbl Chir* 111:391–397
- Bukvić N, Marinović M, Bakota B et al (2015) Complications of ESIN osteosynthesis. Experience in 270 patients. *Injury* 46:40–43
- Shah JJ, Bhatti NA (1983) Radial nerve paralysis associated with fractures of the humerus: a review of 62 cases. *Clin Orthop* 172:171–176
- Lewallen RP, Peterson HA (1985) Nonunion of long bone fractures in children: a review of 30 cases. *J Pediatr Orthop* 5:135–142
- Bukvic N, Kvesic A, Brekalo Z et al (2011) The validity of ESIN method of osteosynthesis compared to other active surgical method of treatment of diaphyseal fractures of long bones in children and adolescents. *Coll Antropol* 2:403–408