



La prognosi dei distacchi epifisari dell'arto inferiore

Cosimo Gigante^{1,a} (✉), Marco Corradin², Giulio Gorgolini³, Pierluigi Maglione⁴, Ernesto Ippolito⁵

¹UOSD Ortopedia Pediatrica, Azienda Ospedaliera, Università di Padova, Padova, Italia

²Clinica Ortopedica, Azienda Ospedaliera, Università di Padova, Padova, Italia

³U.O.C. Ortopedia e Traumatologia, Fondazione Policlinico Tor Vergata, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma, Italia

⁴Unità Operativa di Ortopedia, Dipartimento Chirurgico, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù IRCCS, Roma, Italia

⁵Dipartimento di Ortopedia e Traumatologia, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Roma, Italia

^acosimo.gigante@libero.it

ABSTRACT – THE PROGNOSIS OF FRACTURE SEPARATIONS OF THE LOWER LIMBS

Physal fractures, which represent almost 25% of all the fractures in children, are generally classified according to the Salter Harris (S-H) classification, which is accepted worldwide thanks to its simplicity and reproducibility. However, during the last two decades several reports have questioned its prognostic value. In this review, the main prognostic factors of lower limb physal injuries were identified on the basis of our personal experience and of the most recent literature. Although a bad prognosis may be still recognised as S-H type III and type IV, particularly when anatomic reduction of the articular fracture is not obtained, type I and type II lesions may also have a poor outcome especially in case of high-energy trauma.

Publicato online: 25 settembre 2018

© Società Italiana Ortopedici Traumatologi Ospedalieri d'Italia 2018

Introduzione

I distacchi epifisari sono lesioni traumatiche delle cartilagini di accrescimento e rappresentano il 25% circa della traumatologia dell'età evolutiva [1]. La relativa frequenza e l'incertezza prognostica di queste lesioni, anche a dispetto di un trattamento ineccepibile, hanno sempre attirato e continuano ad attirare l'attenzione del traumatologo pediatra. La radiologia tradizionale consente quasi sempre la diagnosi dei distacchi epifisari e, solo in casi particolari, sono indicate la tomografia computerizzata (TC) e la risonanza magnetica (RM).

Sono state pubblicate numerose classificazioni radiografiche [2–10], tuttavia gli autori che le hanno proposte non si sono limitati alla pura descrizione morfologica delle lesioni, ma sono spesso caduti nella tentazione di attribuire alle loro classificazioni anche un significato prognostico, purtroppo non sempre convalidato dalla pratica clinica.

La classificazione di Salter e Harris [5] è a tutt'oggi la più seguita al mondo (Fig. 1), anche se, come vedremo in seguito, gli aspetti prognostici non sono connessi soltanto alla mor-

fologia del distacco, così come è descritta nella classificazione, ma anche alla sede della lesione e all'entità dell'insulto traumatico. Secondo Salter e Harris la prognosi è favorevole nelle lesioni extra articolari tipo I e II, seppure con l'eccezione del distacco tipo I del femore prossimale (frequentemente complicato dalla necrosi avascolare della testa). Ad alto rischio per disturbi di crescita sarebbero invece le lesioni articolari tipo III e IV, anche indipendentemente dalla pur necessaria riduzione anatomica della frattura. Secondo questi autori la prognosi è invece sempre avversa nella lesione per compressione di tipo V. Da allora, il presunto valore prognostico di questa classificazione si è profondamente radicato nella comunità degli ortopedici, anche se, come vedremo, il credito di cui gode non poggia sempre su solide basi scientifiche e rimane controverso.

La complicazione più temuta dei distacchi epifisari è l'insulto permanente della fisi con produzione di un ponte osseo (*bone bridge*) che, a seconda della sua localizzazione, centrale o periferica, genera un accorciamento o una deformità angolare ingravescente in corso di crescita. L'incidenza complessiva di queste complicazioni, stimata sulla base di una meta-

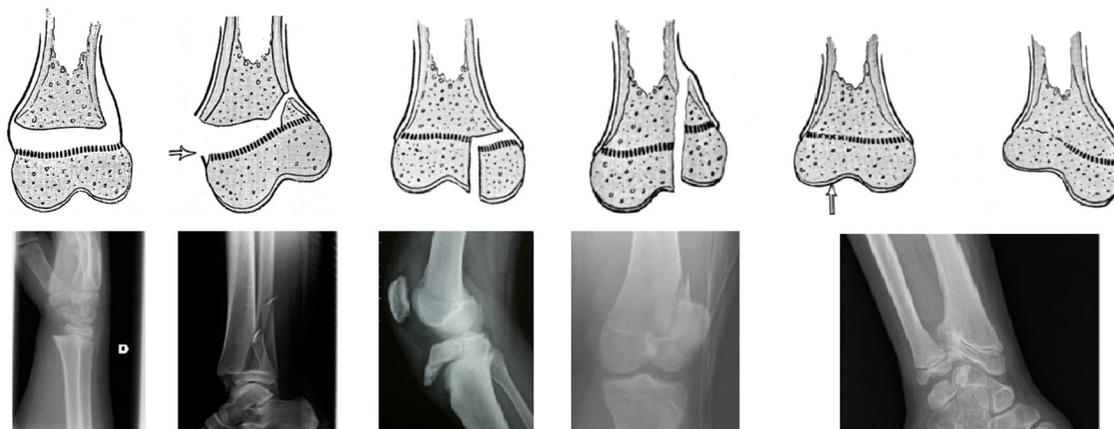


Fig. 1 - Classificazione di Salter Harris (tipo I, II, III, IV, V)

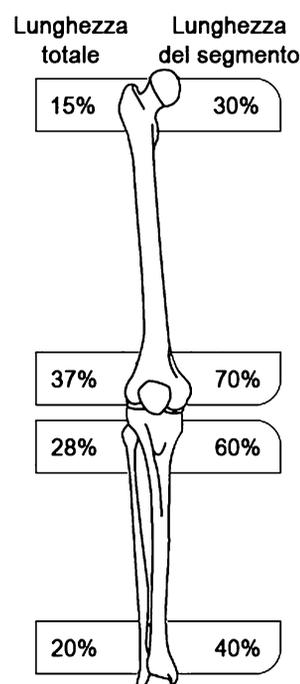
nalisi della letteratura e limitata ai casi di assoluta evidenza clinica (Tabella 1), è molto contenuta e non statisticamente correlata alla tipologia della lesione secondo Salter e Harris [11, 12]. Tuttavia, la frequenza di questi disturbi di crescita è maggiore quando questi vengono ricercati con strumenti diagnostici più sofisticati (RMN) ed è più elevata della media in alcuni distretti anatomici degli arti inferiori, quali il femore distale, che, pur pesando percentualmente poco nelle casistiche generali in quanto relativamente rare, sono prodotte da traumi ad alta energia. Per queste ragioni focalizzeremo la nostra attenzione particolarmente su quei distacchi epifisari degli arti inferiori a maggiore rischio di complicazioni a distanza e di grande rilevanza medico-legale.

I principi generali del trattamento non hanno subito cambiamenti particolari negli ultimi anni. La riduzione dei distacchi epifisari deve essere anatomica quanto più possibile e le manovre riduttive devono essere eseguite delicatamente e in anestesia. Inoltre i mezzi di sintesi, quando necessari, non devono essere troppo invasivi. Tuttavia, anche il mito della riduzione anatomica a tutti i costi è stato sfatato in certi tipi di distacchi, poiché alcuni spostamenti possono essere gradualmente corretti dal rimodellamento osseo che si verifica nel corso dell'accrescimento scheletrico.

Distacchi epifisari del femore distale

I distacchi dell'epifisi distale del femore, a dispetto della loro relativa rarità (6–7% di tutte le fratture dell'arto inferiore e 1–6% di tutti i distacchi) [13–15] detengono il primato delle complicazioni a distanza che incidono, a seconda delle casistiche, dal 20 al 45% [16, 17]. La particolare vulnerabilità della cartilagine di accrescimento distale del femore è dovuta alla sua conformazione ondulata fatta di interdigitazioni fra epifisi e metafisi, le quali favoriscono lesioni interne che raggiungono con facilità il piano osseo subcondrale

Fig. 2 - Rappresentazione schematica del potenziale di accrescimento delle fisi nei diversi distretti scheletrici dell'arto inferiore



sia dal versante epifisario che da quello metafisario. I successivi processi riparativi favoriscono così la formazione di ponti ossei che, a seconda della sede e dell'estensione, creano ipometrie e deformità in valgismo, varismo, procurvato e recurvato. Poiché la fisi del femore distale è responsabile del 70% [18] dell'intera crescita dell'osso e del 37% della lunghezza totale dell'arto inferiore (con una crescita media di circa 1 cm/anno), le deformità angolari e l'accorciamento possono risultare di grande rilevanza clinica (Fig. 2).

Rare sono le complicazioni immediate. Fra queste ricordiamo le lesioni capsulo-legamentose del ginocchio e le più gravi lesioni vascolo-nervose conseguenza degli stretti rapporti anatomici dell'epifisi distale del femorale con i vasi poplitei

Tabella 1 Casistica relativa a 822 distacchi epifisari classificati secondo Salter-Harris

	S-H I	S-H II	S-H III	S-H IV	S-H V	Totale	Complicanze
Mizuta	30	257	23	42	1	353	5 (1,42%)
Kawamoto	85	181	20	11	0	297	7 (2,36%)
Gigante	57	97	15	2	1	172	3 (1,83%)

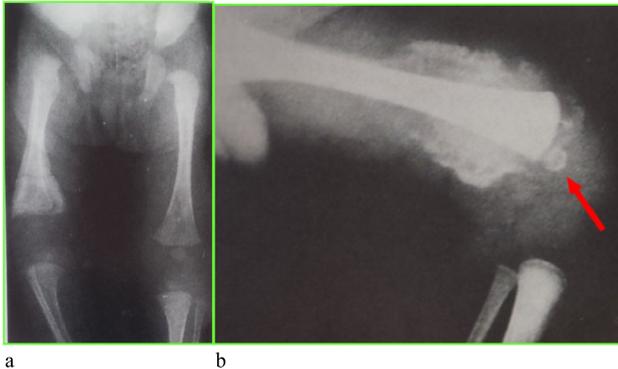


Fig. 3 - a,b Distacco epifisario ostetrico dell'epifisi distale del femore in fase di consolidazione. Il nucleo di Béclard è indicato dalla freccia in (b)

e il nervo sciatico popliteo esterno [19]. I distacchi epifisari più frequenti sono il tipo I e il tipo II di Salter e Harris. Il tipo I è più frequente nei neonati che subiscono traumi ostetrici. La presenza alla nascita del nucleo di Béclard facilita in questo caso la diagnosi radiografica rispetto ad altre epifisi non ossificate (Fig. 3). Il tipo II è il più frequente in assoluto (circa il 60% del totale) mentre il tipo III e il tipo IV sono più rari. Nel femore distale il valore prognostico della classificazione di Salter e Harris è controverso. Alcuni autori ne sostengono la validità attribuendo alle lesioni di tipo III e IV gli esiti più sfavorevoli (Fig. 3) [13, 16, 20, 21]. Altri autori [10, 22] non hanno trovato invece una significativa correlazione tra l'anatomia del distacco epifisario e i successivi disturbi di accrescimento del femore. Thomson (1995) [10] ha classificato i distacchi in base al grado di spostamento: grado I (< 2 mm); grado II (< 50%); grado III (> 50%). I cattivi risultati erano statisticamente più frequenti nei distacchi di grado II e III rispetto a quelli di grado I (Fig. 4). Non vi era invece nessuna differenza significativa tra il grado II e il grado III. Arkader (2007) [16] ha evidenziato una percentuale complessiva di complicazioni del 40%. Di queste il 65% si era manifestato nei distacchi con spostamento contro il 23% rilevato in quelli composti. Il prematuro arresto di crescita è stato osservato in 20 pazienti (20% dei distacchi). Degli 11 casi che hanno richiesto un secondo intervento chirurgico correttivo, 9 su 11 (81%) presentavano un notevole

spostamento. Nello studio di Garrett (2011) [21] l'incidenza della epifisiodesi post-traumatica è stata del 21,8% ma con una percentuale del 30,6% nelle lesioni ad alta energia e solo del 5,3% nei traumi a bassa energia. Riseborough (1983) e Eid (2002) [23, 24] riportano una maggiore incidenza di epifisiodesi post-traumatica nei pazienti più giovani. Proprio in questi ultimi infatti, che presentano uno spesso strato di periostio e pericondrio, sono richiesti traumi a elevata energia per produrre il distacco epifisario. Nella casistica di Lombardo (1977) [22] viene riportata un'incidenza del 36% di eterometrie e del 33% di deformità angolari. Secondo questo autore non solo il grado di spostamento iniziale, ma anche l'accuratezza della riduzione e il tipo di frattura, contribuiscono a condizionare la prognosi. Alcuni autori mettono in relazione la prognosi con il tipo di trattamento. Per quanto vi sia universale consenso circa l'opportunità di eseguire la riduzione cruenta e la fissazione interna nei distacchi epifisari di tipo III e IV secondo Salter e Harris, Edmunds (1993) [25] riporta, per i distacchi di tipo II, una minore incidenza dei disturbi di accrescimento nei trattamenti cruenti (16%) rispetto a quella più elevata (60%) registrata nei casi trattati con riduzione incruenta e stabilizzazione percutanea con fili di Kirschner. Arkader [16] riporta un'incidenza complessiva del 30% di arresto della crescita nelle sintesi con viti che non attraversano la fisi contro il 65% delle sintesi con viti che attraversano la cartilagine di accrescimento. Garrett [21] non ha invece potuto confermare nel suo studio questa correlazione usando fili metallici di diametro compreso tra 1,8 e 3,2 millimetri, tenendo presente che quest'ultimo calibro corrisponde approssimativamente allo 0,7% dell'area di superficie della cartilagine di accrescimento femorale distale di un ragazzo di 10 anni. Diversi studi sperimentali sostengono peraltro la sicurezza dell'uso dei fili di Kirschner trapassanti la fisi, purché di spessore ragionevolmente contenuto [26].

Mäkelä (1988) [27], in uno studio condotto sui ratti, ha fissato nel 7% della superficie della fisi il limite oltre il quale il calibro del mezzo di sintesi rischia di danneggiare irreversibilmente la cartilagine di accrescimento.

Ancora oggi, quindi, la sintesi percutanea con fili di Kirschner può essere considerata sicura ed è largamente praticata, sebbene non debba essere trascurato il vantaggio di una

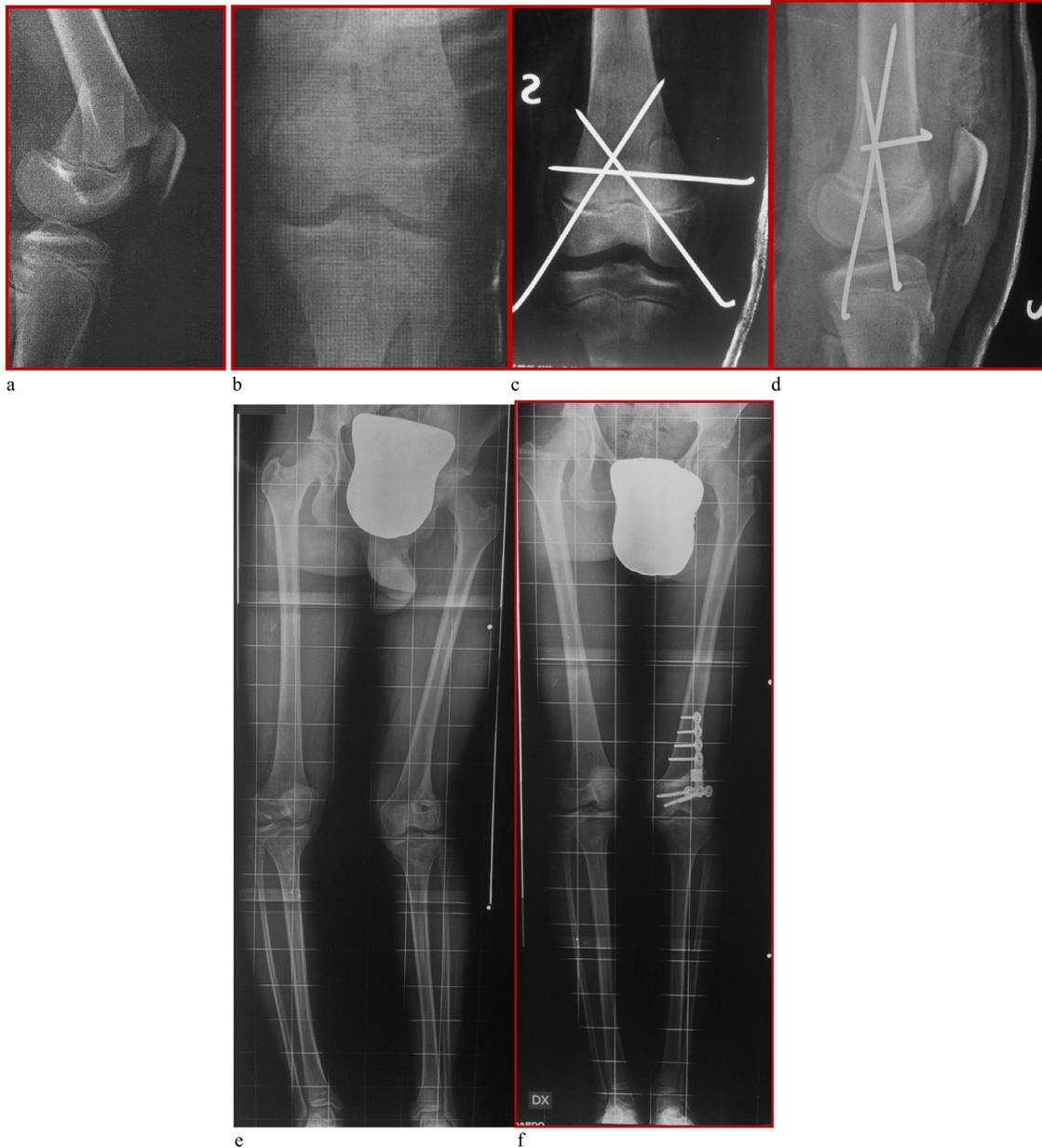


Fig. 4 - a-d Ragazzo di 12 anni con distacco epifisario di tipo II di Salter-Harris del femore distale (a,b) verificatosi in seguito a incidente automobilistico. Il distacco è stato ridotto anatomicamente con tre fili di Kirschner del diametro di 2 mm (c,d). e,f Tre anni dopo è presente una grave deformità in valgismo del femore sinistro con ipometria di circa

4 cm (e). Dopo un tentativo infruttuoso di disepifisiodesi laterale, è stata praticata osteotomia correttiva di addizione con placca di Puddu (g). I genitori hanno rifiutato l'allungamento del femore ipometrico di circa cm 2,5. Il paziente corregge parzialmente l'ipometria con un plantare di cm 1,5 (f)

sintesi stabile e mini invasiva garantita dall'uso di viti cancellate nelle fratture articolari oltre che nelle fratture di tipo II, quando sia presente un voluminoso frammento metafisario. Altri studi hanno messo in relazione l'epifisiodesi post-traumatica con l'elevato grado di spostamento tipico dei traumi ad alta energia [10, 28, 29].

Distacchi epifisari prossimali della tibia

La cartilagine di accrescimento prossimale della tibia si sviluppa secondo uno schema particolare. Il nucleo di accrescimento dell'epifisi prossimale compare all'età di 2 mesi in posizione lievemente eccentrica, poiché si localizza più vi-

cino alla metafisi che alla superficie articolare e intorno ad esso compaiono, circondandolo, altri piccoli centri di ossificazione che si uniscono al nucleo principale verso la fine del primo anno di vita. Questo schema può talvolta presentare l'eccezione di un nucleo centrale doppio. Intorno al nono anno di vita compare invece il nucleo di accrescimento della tuberosità tibiale anteriore che si salda al nucleo epifisario principale verso i 13–15 anni, a seconda del sesso [30]. La cartilagine di accrescimento, a questo punto, assume sul piano sagittale una forma ricurva a bastone da Hockey con la concavità rivolta verso il baso che è complementare alla porzione anteriore della metafisi prossimale della tibia. Nella donna la cartilagine si chiude 2–3 anni dopo il menarca e nell'uomo verso i 16–17 anni.

La cartilagine di accrescimento prossimale contribuisce per circa il 60% alla crescita della tibia e per circa il 28% alla crescita globale in lunghezza dell'arto inferiore [18]. Pertanto, eventuali deformità angolari e ipometrie possono acquisire un'importanza clinica rilevante come per il femore distale quando il distacco epifisario avviene in giovane età. Anche i distacchi epifisari prossimali di tibia, se molto spostati sul piano sagittale, possono produrre effetti compressivi sul fascio vascolo-nervoso popliteo, sebbene più raramente rispetto a quelli del femore distale [31, 32].

La cartilagine di accrescimento della tibia prossimale è ben protetta. Lateralmente è rafforzata dalla porzione superiore del perone che le fa da contrafforte. Anteriormente la tuberosità tibiale presenta una sporgenza a becco che, proiettandosi verso il basso, supera la metafisi proteggendola. Inoltre, la porzione superficiale del legamento collaterale mediale si inserisce al di sotto della cartilagine di accrescimento, senza esercitare su di essa alcuna trazione durante eventuali eventi traumatici. La porzione posteromediale è invece protetta dall'inserzione del muscolo semimembranoso che ricopre la fisi in senso posteromediale. L'insieme di queste strutture costituisce, quindi, un robusto rinforzo circonfenziale intorno al pericondrio della fisi.

Ne consegue che i distacchi epifisari della tibia prossimale sono molto rari. Neer e Horwitz [33] riportano un'incidenza dello 0,8% su 2.500 distacchi epifisari consecutivi. Shelton e Canale [32] stimano che solo 1,6 casi sono stati osservati ogni anno dal 1951 al 1976 presso la clinica Campbell. Burkhardt e Peterson [31] hanno riportato 28 casi su 914 distacchi epifisari presso la clinica Mayo fra il 1968 e il 1977. La metanalisi di Mann e Rajmair [34] riporta 15 casi su un pool di 2.650 fratture delle ossa lunghe nei bambini. La loro incidenza è stata quindi calcolata intorno allo 0,5–3,1% di tutti i distacchi epifisari [14]. Sono più frequenti nei pazienti di età compresa fra i 12 e i 15 anni, e rarissimi al di sotto dei 12 anni [35]. Per quanto riguarda il sesso, l'incidenza è maggiore nei maschi con prevalenza di circa il 70% [1, 36]. In conclusione, quindi, i distacchi epifisari della tibia prossimale sono fra le più rare lesioni traumatiche della cartilagine

di accrescimento. Secondo Rockwood [30], un chirurgo ortopedico di larga esperienza avrà occasione di osservarne un numero molto esiguo durante tutta la sua carriera. Per quanto riguarda la classificazione di Salter-Harris, il tipo I incide per circa il 17,2%, il tipo II per circa il 22,2%, il tipo III per circa il 29%, il tipo IV per circa il 26,5% e il tipo V per il 5% [36]. Le complicazioni riportate sotto forma di deformità angolare e ipometria incidono per circa il 25% dei casi con valori superiori ai 5° di deformità angolare e ai 2,5 cm di ipometria [37] (Fig. 5). L'incidenza si raddoppia considerando deformità angolari inferiori ai 5° e ai 2,5 cm di ipometria. Considerando che il numero di distacchi epifisari tipo I e tipo II complicati è elevato (circa il 26,8% del totale), anche per la tibia prossimale la classificazione di Salter-Harris non ha significato prognostico statisticamente rilevante. A supporto ulteriore, il numero di distacchi epifisari di tipo III e IV complicati è lievemente inferiore (circa il 24,18% del totale) rispetto ai distacchi di tipo I e II [14, 31, 35, 38, 39]. È molto probabile che l'elevata incidenza delle complicazioni, a prescindere dal tipo di lesione secondo Salter e Harris, sia dovuta all'alta energia dei traumi responsabili di questi distacchi epifisari proprio per le peculiarità anatomiche di questa fisi prima descritte.

Distacchi epifisari distali della tibia

I distacchi epifisari distali della tibia seguono per frequenza quelli del radio distale con un'incidenza che oscilla intorno al 35% di tutti i distacchi epifisari. L'età di maggiore incidenza è superiore a quella del radio distale ed è compresa fra i 10 e i 15 anni. Il distacco più frequente è quello di Salter e Harris tipo II. Il tipo I, molto frequente nel perone distale, è raro nella tibia distale. Meno frequenti sono i distacchi tipo III e IV, mentre possono essere presenti a tale livello altri due tipi di distacchi epifisari peculiari quali il distacco di Tillaux e quello triplanare.

La fisi della tibia distale, responsabile del 40% [18] dell'accrescimento dell'intero segmento scheletrico e del 20% della lunghezza dell'intero arto inferiore, contribuisce all'allungamento della tibia nella misura di 3–5 millimetri all'anno [19]. Quando presente, l'epifisiodesi post-traumatica si localizza generalmente nella porzione anteromediale della placca epifisaria (*Poland hump*) generando una deformità secondaria in varo recurvato. Tuttavia, poiché la maggior parte dei distacchi epifisari distali di tibia interessa adolescenti con modesto potenziale di crescita residuo, l'epifisiodesi post-traumatica, comporta più spesso deformità angolari minori che possono essere clinicamente misconosciute. La loro incidenza, infatti, viene riportata intorno al 5% dei casi [40]. Studi più recenti, grazie anche all'ausilio della RM, hanno invece consentito di verificare una frequenza molto più elevata di questa complicazione. Leary (2009) [41] ha infatti riportato nei distacchi epifisari di tipo II di Salter e Harris

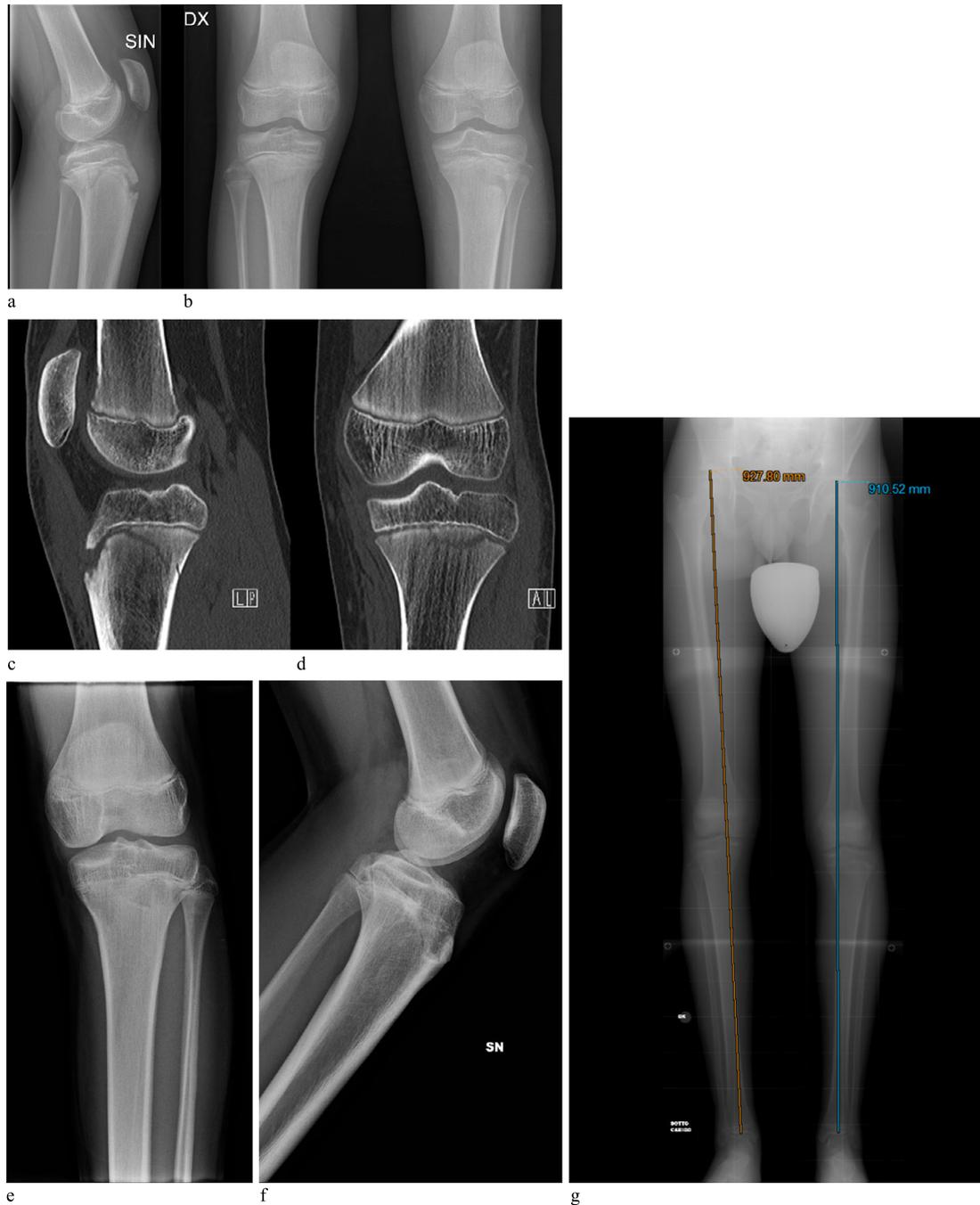


Fig. 5 - a-d Ragazzo di 13 anni con distacco epifisario tipo II di S-H della tibia prossimale sinistra (radiografie standard e TC). **e,f** Precoce chiusura della fisi tibiale prossimale. **g** Esito in accorciamento della tibia e conseguente ipometria dell'AI sinistro

un'incidenza di chiusura prematura della fisi nel 25% delle lesioni; percentuale che sale addirittura al 43% nella casistica di Russo et al. (2013) [42]. Tuttavia, le fratture di tipo III e IV che rappresentano il 25% delle lesioni di questa cartilagine di accrescimento, sono generalmente considerate a maggior rischio di arresto di crescita, con un'incidenza che

varia tra il 32 e il 50% a seconda degli autori (Fig. 6) [43, 44]. Caterini et al. [45] hanno valutato i risultati a lungo termine in 68 distacchi epifisari distali di tibia con un follow-up medio di circa 27 anni. I disturbi di crescita erano presenti nel 16% dei distacchi Tipo I e II e nel 50% dei tipo III e IV. Inoltre, fenomeni artrosici erano presenti soltanto nei pazienti

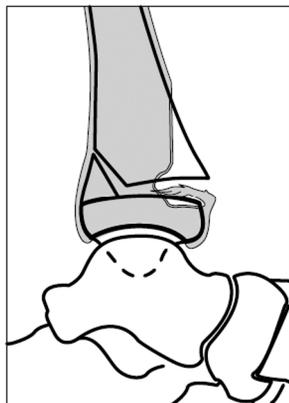
che avevano avuto lesioni di tipo III e IV. Più recentemente, Barmada et al. [46] hanno riportato un'incidenza di arresto della crescita in circa il 36% nelle lesioni di tipo I e II di Salter e Harris e di circa il 38% nelle lesioni di tipo III e IV, pur essendoci una notevole differenza di ordini di grandezza fra le due casistiche riportate (8 per il tipo III e IV e 51 per il tipo I e II).

Nei distacchi triplanari, che rappresentano il 3–5% dei distacchi epifisari distali della tibia l'incidenza dell'epifisiodesi post-traumatica è del 10% nella casistica di Kay [47], e del 21% nella casistica di Barmada [46]. Tuttavia, essendo i distacchi triplanari tipici della tarda adolescenza, le ripercussioni potenzialmente negative sulla crescita sono molto contenute. In questa lesione, invece, prevale l'esigenza di una ricostruzione anatomica ai fini del ripristino della fisiologica congruenza articolare onde evitare complicazioni artrosiche a distanza. Il valore prognostico della classificazione di Salter e Harris per i distacchi epifisari della tibia distale rimane controverso e non vi sono argomentazioni conclusive che consentano di accreditare le lesioni di tipo III e IV di una prognosi più sfavorevole quando, superati i 2 millimetri di tolleranza di difetto di riduzione in sede articolare, viene rispettata la regola della riduzione anatomica per via chirurgica. Recentemente si è fatta strada la convinzione che la riduzione chirurgica aperta, indipendentemente dal tipo di lesione secondo Salter e Harris, dovrebbe essere perseguita per spostamenti maggiori di 3 millimetri in pazienti che hanno una prospettiva di crescita residua superiore ai 2 anni [46, 48]. Il razionale della chirurgia sarebbe la rimozione del periostio intrappolato anteriormente nel focolaio di frattura (Fig. 7) che, secondo i lavori sperimentali condotti sul topo da Ross e Ziont [49], contribuirebbe ad aumentare il rischio di epifisiodesi post traumatica (Fig. 5). In un recente lavoro di Russo et al. [42], distacchi di tipo II con spostamento compreso tra i 2 e i 4 millimetri sono stati trattati incruentamente o chirurgicamente a seconda delle personali preferenze del singolo ortopedico. Abbastanza sorprendentemente la maggiore parte dei disturbi di crescita (46% contro il 33%) e il maggior numero di procedure secondarie (18% contro il 15%) si sono avuti nei casi trattati chirurgicamente, portando alla conclusione che la riduzione aperta può migliorare l'allineamento scheletrico ma non migliora la prognosi di questi distacchi epifisari. In un ampio studio retrospettivo condotto da Leary [41] 15 pazienti su 124 hanno riportato una prematura chiusura della fisi (12,1%). L'entità dello spostamento iniziale, il numero di procedure riduttive e il residuo difetto di riduzione sono stati messi in relazione a questa complicazione. Sebbene una maggiore incidenza di complicazioni sia stata registrata nei casi sottoposti a più tentativi di riduzione incruenta, tra questi parametri solo il grado di scomposizione iniziale, espressione dell'energia del trauma, è risultato essere statisticamente significativo nella



Fig. 6 - a Ragazzo di 10 anni con distacco epifisario distale di tibia tipo III di Salter e Harris e distacco epifisario distale di perone tipo I a destra. **b** Tre mesi dopo la riduzione e l'osteosintesi con vite da spongiosa la rima di frattura non è più visibile. Il distacco del perone è stato trattato conservativamente. **c** Il paziente torna a controllo dopo 10 anni con notevole deformità in varismo della caviglia destra. **d** Quadro radiografico della deformità. **e, f** La deformità viene corretta mediante osteotomia cuneiforme di addizione della tibia e osteotomia obliqua del perone, stabilizzate con placche e viti

Fig. 7 - Disegno schematico che dimostra l'interposizione anteriore del periostio nel focolo di frattura



correlazione con l'epifisiodesi post-traumatica. Questi autori hanno infatti suddiviso la loro casistica in 3 gruppi in rapporto alla violenza del trauma: caduta accidentale, trauma sportivo e incidente della strada. L'incidenza dei disturbi di crescita è risultata essere dell'86% nei casi di incidente stradale e solo dell'8 e del 6%, rispettivamente, nei traumi da sport e da caduta. Nei distacchi epifisari distali della tibia vale la regola che, particolarmente nei soggetti più giovani, gli spostamenti sul piano sagittale possono essere abbastanza tollerati come nel polso perché tendono a rimodellarsi con la crescita. Questa regola non vale per gli spostamenti sul piano frontale, che devono essere invece ridotti anatomicamente. La riduzione anatomica su tutti i piani dello spazio è anche richiesta per i distacchi epifisari tipo III e IV di Salter e Harris per evitare disturbi di crescita e incongruenze articolari.

Conclusioni

I distacchi epifisari possono essere complicati a distanza da disturbi di crescita secondari a un insulto permanente dello strato germinativo della fisi. Queste complicazioni, in generale abbastanza infrequenti, ricorrono con incidenza molto più elevata della media in alcuni distretti dello scheletro e, in particolare, nel femore distale. Numerose classificazioni hanno cercato di correlare morfologia descrittiva e prognosi della lesione. La classificazione di Salter e Harris mantiene ancora oggi, a più di mezzo secolo dalla pubblicazione, la sua validità descrittiva dell'anatomia patologica dei distacchi epifisari. Negli ultimi vent'anni, tuttavia, sono stati pubblicati diversi studi che hanno messo in discussione la sua correlazione statisticamente significativa con la prognosi a distanza, soprattutto nei distacchi epifisari dell'arto inferiore. La conformazione anatomica della cartilagine di accrescimento interessata dal trauma e la violenza dello stesso meccanismo traumatico sembrano essere altrettanto importanti nell'indurre alterazioni della crescita anche nei tipi I e II della classificazione di Salter e Harris che vengono tradizionalmente associati a prognosi favorevole. Inoltre,

le fratture di tipo III e IV non sembrano essere necessariamente gravate da una prognosi più sfavorevole quando i difetti articolari di riduzione superiori a 2 millimetri vengono appropriatamente trattati chirurgicamente.

Età del paziente (sequele più severe quanto più giovane il paziente), sede e tipo della lesione, grado di spostamento sono elementi che complessivamente considerati orientano la prognosi, senza tuttavia assumere mai valore assoluto. L'esito a distanza del distacco epifisario è destinato quindi a rimanere incerto sino a quando un ragionevole periodo di osservazione avrà consentito di escludere l'insorgenza di disturbi di crescita secondari. Di qui l'opportunità di monitorare queste lesioni clinicamente, e ove richiesto con l'ausilio della RMN, per identificare precocemente la presenza di epifisiodesi post-traumatiche. Questo allo scopo non solo di limitare le temibili implicazioni in termini di *malpractice* ma anche per consentire la messa in atto di adeguate strategie terapeutiche di contenimento del danno. Interventi di deemiepifisiodesi, emiepifisiodesi, epifisiodesi compensatoria della dismetria, osteotomie correttive potranno risultare, infatti, tanto più efficaci quanto più precoce sarà stata la diagnosi di blocco permanente della fisi.

CONFLITTO DI INTERESSE Gli autori Cosimo Gigante, Marco Corradin, Giulio Gorgolini, Pierluigi Maglione e Ernesto Ippolito 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

1. Stilli S, Marchesini Reggiani L, Antonioli D, Donzelli O (2014) Traumatologia pediatrica. Distacchi epifisari. *GIOT* 40:222–228.
2. Bergenfeldt E (1933) Beiträge zur Kenntnis de Traumatischen Epiphysenlösungen an den Langen Röhrenknochen der Extremitäten. Eine Klinisch-Röntgenologische Studie [German]. *Acta Chir Scand* 73(suppl 28):1–422.
3. Aitken AP (1936) The end results of the fractured distal tibial epiphysis. *J Bone Jt Surg* 18:685–691
4. Brashear HR (1958) Epiphyseal fractures of the lower extremity. *South Med J* 51:845–851
5. Salter RB, Harris WR (1963) Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Jt Surg* 45A:587–622
6. Rang M (1969) The growth plate and its disorders. Williams & Wilkins, Baltimore
7. Ogden JA (1981) Injury to the growth mechanism of the immature skeleton. *Skelet Radiol* 6:237–253
8. Shapiro F (1982) Epiphyseal growth plate fracture-separation. A pathophysiologic approach. *Orthopedics* 5:720–736

9. Peterson HA, Madhok R, Benson JT et al (1994) Physeal fractures: Part 1. Epidemiology in Olmsted County, Minnesota, 1979–1988. *J Pediatr Orthop* 14(4):423–430
10. Thomson JD, Stricker SJ, Williams MM (1995) Fractures of the distal femoral epiphyseal plate. *J Pediatr Orthop* 15(4):474–478
11. Aggiornamento in tema di prognosi dei distacchi epifisari. Corso di Istruzione 100° Congresso SIOT, Roma, 7–10 novembre 2015
12. Gigante C, Formentin C, Iacobellis C (2015) Traumatic epiphyseal separation in children: statistical validation of the prognostic value of Salter-Harris classification. In: 34th EPOS Annual Meeting, Marseille, France, 15–18 April 2015
13. Canale ST (2003) Fractures and dislocations in children. In: Canale ST, Beaty J (eds) *Campbell's operative orthopaedics*. Mosby, Philadelphia, p 1512
14. Peterson CA, Peterson HA (1972) Analysis of the incidence of injuries to the epiphyseal growth plate. *J Trauma* 12(4):275–281
15. Czitrom AA, Salter RB, Willis RB (1981) Fractures involving the distal epiphyseal plate of the femur. *Int Orthop* 4(4):269–277
16. Arkader A, Warner WC Jr, Horn BD et al (2007) Predicting the outcome of physeal fractures of the distal femur. *J Pediatr Orthop* 27:703–781
17. Basener CJ, Mehlman C, Di Pasquale TG (2009) Growth disturbance after distal femoral growth plate fractures in children: a meta-analysis. *J Orthop Trauma* 23(9):663–667
18. Sung TJ, Kwang CJ, Hyeong WP (2011) Growth expectation in children: leg length discrepancy related with bone tumor in children. *J Korean Bone Jt Tumor Soc* 17(1):1–10
19. Bertin KC, Gobble EM (1983) Ligament injuries associated with physeal fractures about the knee. *Clin Orthop Relat Res* 177(1983):188–195
20. Sponseller PD, Stanitski CL (2001) Distal femoral epiphyseal fractures. In: Beaty JH, Kasser JR (eds) *Rockwood and Wilkins' fractures in children*, 5th edn. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, p 982
21. Garrett BR, Hoffman EB, Carrara H (2011) The effect of percutaneous pin fixation in the treatment of distal femoral physeal fractures. *J Bone Jt Surg Br* 93(B):689–694
22. Lombardo SJ, Harvey JP Jr (1977) Fractures of the distal femoral epiphyses. Factors influencing prognosis: a review of thirty-four cases. *J Bone Jt Surg Am* 59(6):742–751
23. Riseborough EJ, Barrett IR, Shapiro F (1983) Growth disturbances following distal femoral physeal fracture-separations. *J Bone Jt Surg Am* 65(A):885–893
24. Eid AM, Hafez MA (2002) Traumatic injuries of the distal femoral physis: retrospective study on 151 cases. *Injury* 33(3):251–255
25. Edmunds I, Nade S (1993) Injuries of the distal femoral growth plate and epiphysis: should open reduction be performed? *Aust NZ J Surg* 63:195–199
26. Siffert RS (1956) The effect of staple and longitudinal wires on epiphyseal growth: an experimental study. *J Bone Jt Surg Am* 38(A):1077–1078
27. Mäkelä EA, Vainionpää S, Vihtonen K et al (1988) The effect of trauma to the lower femoral epiphyseal plate: an experimental study in rabbits. *J Bone Jt Surg Br* 70(B):187–191
28. Beaty JH, Kumar A (1994) Fractures about the knee in children. *J Bone Jt Surg Am* 76(12):1870–1880
29. Cassebaum WH, Patterson AH (1965) Fractures of the distal femoral epiphysis. *Clin Orthop* 41:79–91
30. Rockwood CA, Wilkins KE, King RE (1991) *Fractures in children*. Lippincott Company, Philadelphia, p 1197
31. Burkhart SS, Peterson HA (1979) Fractures of the proximal tibial epiphysis. *J Bone Jt Surg Am* 61(7):996–1002
32. Shelton WR, Canale ST (1979) Fractures of the tibia through the proximal tibial epiphyseal cartilage. *J Bone Jt Surg* 61A:167–173
33. Neer CS 2nd, Horwitz BS (1965) Fractures of the proximal humeral epiphysal plate. *Clin Orthop Relat Res* 41:24–31
34. Mann DC, Rajmaira S (1990) Distribution of physeal and non-physeal fractures in 2,650 long-bone fractures in children age 0–16 years. *J Pediatr Orthop* 10:713–716
35. Rhemrev SJ, Sleeboom C, Ekkelkamp S (2000) Epiphyseal fractures of the proximal tibia. *Injury* 31(3):131–134
36. Verzin EJ, Kealey D, Adair A et al (2001) Salter Harris type I fracture of the proximal tibial epiphysis. *Ulster Med J* 70(2):136–138
37. Gautier E, Ziran BH, Egger B et al (1998) Growth disturbances after injuries of the proximal tibial epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 118(1–2):37–41
38. Poulsen TD, Skak SV, Jensen TT (1989) Epiphyseal fractures of the proximal tibia. *Injury* 20(2):111–113.
39. Wozasek GE, Moser KD, Haller H, Capousek M (1991) Trauma involving the proximal tibial epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 110(6):301–306
40. Spiegel PG, Cooperman DR, Laros GS (1978) Epiphyseal fractures of the distal ends of the tibia and fibula. A retrospective study of two hundred and thirty-seven cases in children. *J Bone Jt Surg Am* 60:1046–1050
41. Leary JT, Handling M, Talerico M et al (2009) Physeal fractures of the distal tibia: predictive factors of premature physeal closure and growth arrest. *J Pediatr Orthop* 29(4):356–361
42. Russo F, Moor MA, Mubarak SJ, Pennock AT (2013) Salter-Harris II fractures of the distal tibia: does surgical management reduce the risk of premature physeal closure? *J Pediatr Orthop* 33(5):524–529
43. Dugan G, Herndon WA, McGuire R (1987) Distal tibia physeal injuries in children: a different treatment concept. *J Orthop Trauma* 1:63–67
44. Gibbons P (2008) Ankle. In: Bache E, Baert AL (eds) *Imaging in pediatric skeletal trauma*. Springer, Berlin, pp 235–236
45. Caterini R, Farsetti P, Ippolito E (1991) Long-term follow-up of physeal injury to the ankle. *Foot Ankle* 11(6):372–383
46. Barmada A, Gaynor T, Mubarak SJ (2003) Premature physeal closure following distal tibia physeal fractures: a new radiographic predictor. *J Pediatr Orthop* 23:733–739
47. Kay RM, Matthys GA (2001) Pediatric ankle fractures: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 9:268–278
48. Rohmiller MT, Gaynor TP, Pawelek J et al (2006) Fractures of the distal tibia: does mechanism of injury relate to premature physeal closure? *J Pediatr Orthop* 26:322–328
49. Ross TK, Zions LE (1997) Comparison of different methods used to inhibit physeal growth in a rabbit model. *Clin Orthop Relat Res* 340:236–243