Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia
2023;49:99-107; doi: 10.32050/0390-0134-N300

Trattamento artroscopico delle fratture dell'eminenza tibiale in pazienti in età evolutiva con chiodi bioriassorbibili: nota tecnica ed esiti chirurgici

Arthroscopic treatment of tibial eminence fractures with bioresorbable nails in skeletally immature patients: surgical technicque and outcomes

Claudia de Cristo *(foto)*, Francesco Mattia Uboldi, Valerio Maria Caccavella, Daniele Priano, Paolo Trezza, Laura Peretto, Antonio Memeo

ASST Centro specialistico Ortopedico Traumatologico Gaetano Pini-CTO, UOC Ortopedia e Traumatologia Pediatrica, Milano

Riassunto

Introduzione. Le fratture dell'eminenza tibiale sono dovute all'avulsione del legamento crociato anteriore (LCA) e si verificano più frequentemente nei pazienti pediatrici. Il trattamento conservativo non permette una riduzione soddisfacente delle fratture scomposte (le fratture Tipo II > 2 mm, Tipo III e IV), pertanto il trattamento di scelta per questo tipo di fratture è la fissazione interna per via artroscopica, e a tal fine vi sono a disposizione diversi impianti. In questo studio retrospettivo, si propone una tecnica artroscopica per sintetizzare le fratture dell'eminenza tibiale di tipo II e di tipo III utilizzando chiodi bioriassorbibili. L'obiettivo dello studio è valutare l'efficacia della tecnica e l'esito postoperatorio dei pazienti trattati.

Materiale e metodi. Trentacinque pazienti, di età compresa tra 6 e 15 anni, sono stati trattati con riduzione artroscopica e sintesi del frammento dell'eminenza tibiale utilizzando chiodi bioriassorbibili. Gli esiti chirurgici valutati includevano: lassità anteriore di ginocchio, scomposizione dei frammenti, scala di valutazione del ginocchio *Subjective International Knee Documentation Committee* (IKDC) e la *Tegner Activity Scale* (TAS). Sono state altresì registrati i tempi operatori e le complicanze chirurgiche postoperatorie.

Risultati. Al follow-up di 6 mesi, tutti i pazienti hanno mostrato una scomposizione minore o uguale a 2 mm del margine anteriore dell'eminenza tibiale (media 0,51 ± 0,70, range 0-2). All'ultimo follow-up, tutti i pazienti hanno raggiunto la completa flesso-estensione del ginocchio (> 90% rispetto al controlaterale). Si è riscontrato un punteggio medio IKDC soggettivo a 3 mesi di follow-up di 68,46 ± 7,26 (range 54-79), mentre a 6 mesi di 87,89 ± 3,99 punti (range 80-95) ($p < 0,001$). Il valore della scala di attività di Tegner (TAS) a 3 mesi era 3,09 ± 0,74 (range 2-4), mentre era 5,26 ± 0,82 (range 3-6) al follow-up di 6 mesi ($p < 0,001$). Tutte le fratture sono guarite senza complicazioni. La scala valutativa IKDC oggettiva a 3 mesi ha riscontrato un grado A in 23 pazienti e un grado B in 12 pazienti; a 6 mesi è stato il grado A si è riscontrato in 32 pazienti e il grado B in 3 pazienti con un range di movimento "quasi normale" (91,5% rispetto al controlaterale) ($p = 0,008$).

Conclusioni. La tecnica artroscopica utilizzata ha dimostrato risultati molto buoni, tempi chirurgici contenuti e una bassa incidenza di complicanze. Gli esiti sono paragonabili a quelli di altre procedure chirurgiche descritte in Letteratura, con il vantaggio di evitare un secondo intervento per la rimozione dei mezzi di sintesi in quanto bioriassorbibili. Livello di evidenza: III.

Parole chiave: eminenza intercondiloidea tibiale, spine tibiali, fratture articolari pediatriche, artroscopia del ginocchio, chiodi bioriassorbibili

Ricevuto: 30 gennaio 2023
Accettato: 21 marzo 2023

Corrispondenza
Claudia de Cristo
ASST Centro specialistico Ortopedico Traumatologico Gaetano Pini-CTO, UOC Ortopedia e Traumatologia Pediatrica, Milano
E-mail: decristo.claudia@gmail.com

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

Come citare questo articolo: de Cristo C, Uboldi FM, Caccavella VM, et al. Trattamento artroscopico delle fratture dell'eminenza tibiale in pazienti in età evolutiva con chiodi bioriassorbibili: nota tecnica ed esiti chirurgici. Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia 2023;49:99-107; https://doi.org/10.32050/0390-0134-N300

© Copyright by Pacini Editore Srl

OPEN ACCESS

L'articolo è OPEN ACCESS e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it

Summary

Introduction. *Tibial eminence fractures are caused by anterior cruciate ligament (ACL) avulsion and occur more frequently in pediatric patients. Conservative treatment does not allow a satisfactory reduction of displaced fractures (Type II fractures > 2 mm, Type III and IV), therefore the gold standard of treatment is arthroscopic-assisted fixation, and several effective implants have been used. In this retrospective study, we propose an arthroscopic technique to fix type II and type III tibial eminence fractures using bioabsorbable nails. The aim of the study is to evaluate the efficacy of the technique and the postoperative outcome of these patients.*

Materials and methods. *Thirty-five patients, aged 6-15 years, were treated with arthroscopic reduction and fixation of the tibial eminence fragment using bioabsorbable nails. Surgical outcomes evaluated included: anterior knee laxity, fragment displacement, Subjective International Knee Documentation Committee (IKDC) scale, and the Tegner Activity Scale (TAS). Operative time and complications were also recorded.*

Results. *At 6-month follow-up, all patients showed a displacement of less than or equal to 2 mm of the anterior border of the tibial eminence (mean 0.51 ± 0.70, range 0-2). At last follow-up, all patients achieved full knee flexion-extension (> 90% of the contralateral). A mean subjective IKDC score at 3 months of follow-up was 68.46 ± 7.26 (range 54-79), while at 6 months it was 87.89 ± 3.99 points (range 80-95) ($p < 0.001$). The 3-month TAS value was 3.09 ± 0.74 (range 2-4), while it was 5.26 ± 0.82 (range 3-6) at 6 months ($p < 0.001$). All fractures healed without complications. The 3-month objective IKDC grading was grade A in 23 patients and grade B in 12 patients; at 6 months it was grade A in 32 patients and grade B in 3 patients with a "nearly normal" range of motion (91.5% of the contralateral) ($p = 0.008$).*

Conclusions. *The arthroscopic technique used has shown very good results, short surgical times and a low incidence of complications. The results are comparable to those of other surgical procedures described in the literature, with the advantage of avoiding a second surgery for the nail removal.*

Key words: *tibial intercondylar eminence, pediatric knee fractures, knee arthroscopy, smart nails*

Introduzione

L'eminenza intercondiloidea tibiale è una prominenza ossea del piatto tibiale, che funge da sito di inserzione del legamento crociato anteriore (LCA) [1]. L'avulsione del LCA può causare una frattura dell'eminenza tibiale, specialmente nella popolazione pediatrica, sebbene anche gli adulti possano essere colpiti in una minoranza di casi [2]. Le fratture della spina tibiale rappresentano circa il 2% di tutte le lesioni pediatriche del ginocchio e circa 3/100.000 di tutte le fratture dell'età evolutiva[3]: la loro incidenza raggiunge il picco tra gli 8 ei 14 anni di età ed è invece poco frequente nei pazienti di età inferiore ai 7 anni. Nella popolazione pediatrica queste fratture potrebbero essere paragonate alle lesioni del LCA negli adulti: infatti, le fratture da avulsione si verificano a livello della parte epifisaria tibiale non completamente ossificata, che rappresenta quindi il punto di minor resistenza. Quando l'ossificazione si completa nel tempo, l'eminenza tibiale si consolida e di conseguenza nell'adulto la zona più fragile diventa la sostanza mediana del LCA [4].

Sebbene il trauma diretto sia una possibile causa di tali lesioni, i meccanismi di decelerazione indiretta sono l'eziologia più frequente, prevalentemente durante lo sport. La radiografia standard o la TC sono fondamentali per fare una corretta diagnosi.[5]

Meyers e McKeever hanno proposto il primo sistema di classificazione delle fratture dell'eminenza tibiale nel 1959, con il riconoscimento di 3 diversi pattern di frattura: non scomposta (Tipo I), parzialmente scomposta o parzialmente elevata "a becco di uccello" (Tipo II) e completamente scomposta o totalmente avulsa (Tipo III) [6,7]. In seguito Zaricznyj descrisse fratture scomposte e comminute (Tipo IV) [8].

Le fratture di tipo I e di tipo II con scomposizione < 2 mm possono essere trattate mediante riduzione chiusa e immobilizzazione in apparecchio gessato o ginocchiera, che deve essere eseguita in estensione o in semiflessione a 20° e mantenuta per 4-6 settimane. Le fratture scomposte (Tipo II > 2 mm, Tipo III e IV) non possono essere adeguatamente ridotte in modo conservativo perché l'importante dislocazione può portare all'interposizione del legamento intermeniscale tra il piatto tibiale e il frammento avulso, impendendo una corretta guarigione [1,2,9-11]. Le tecniche di sintesi per via artroscopica rappresentano il gold standard per ridurre e sintetizzare le fratture articolari scomposte. Diversi sistemi di fissazione si sono dimostrati efficaci nel trattare questo tipo di fratture, quali: viti, sutura, ancorette e fili di Kirschner [12-18].

In questo studio di tipo retrospettivo, è stata proposta una particolare tecnica artroscopica per la riduzione e la sintesi delle fratture dell'eminenza tibiale di tipo II e di tipo III utilizzando chiodi bioriassorbibili. Lo scopo dello studio è stato valutare l'efficacia della tecnica e del mezzo di sintesi analizzando i risultati postoperatori dei pazienti trattati con tale procedura.

Materiali e metodi

Pazienti

Lo studio, di tipo retrospettivo, ha incluso i pazienti con cartilagini di accrescimento aperte e affetti da frattura dell'eminenza intercondiloidea tibiale di tipo II e III secondo la classificazione di Meyers e McKeever modificata, e sottoposti a riduzione artroscopica e fissazione con chiodi bioriassorbibili trattati presso il nostro reparto da maggio 2015 a ottobre 2021. Sono stati rilevati: l'età e il sesso del paziente, il lato affetto, le circostanze del trauma, la durata dell'intervento e le eventuali complicanze intraoperatorie e postoperatorie.

Sono stati inclusi solo i casi in cui l"intervento chirurgico è stato eseguito entro 72 ore dal trauma e in cui non concomitavano lesioni osteocartilaginee e meniscali associate.

Tecnica chirurgica e protocollo riabilitativo

Con un laccio pneumo-ischemico alla radice dell'arto inferiore, è stata eseguita un'artroscopia standard di ginocchio mediante portali anteromediali e anterolaterali. Come primo gesto si esegue un accurato lavaggio per svuotare l'emartro formatosi a seguito della frattura. Una volta ben visibile lo spazio articolare, si procede con la fase diagnostica di conferma della frattura. In questa fase è fondamentale valutare tutte le strutture che potrebbero essere potenzialmente coinvolte nel trauma.

Il frammento osseo viene quindi liberato dalle strutture eventualmente interposte e dalle aderenze che potrebbero ostacolare la riduzione anatomica.

Si esegue un portale accessorio anteromediale o mediorotuleo utilizzando un ago per ottenere la giusta direzione verso il sito della frattura. Con il ginocchio flesso a 45°, il frammento viene ridotto utilizzando una guida a compasso da ricostruzione LCA. Nei casi con incarceramento del legamento intermeniscale nel sito di frattura, si utilizza un palpatore per agevolare la liberazione e la corretta riduzione.

Si introduce quindi un centrapunte del diametro di 3 mm all'interno dell'articolazione attraverso la guida e si inserisce il primo chiodo bioriassorbibile della misura corretta battendolo con un piccolo martello (Figura 3). L'introduzione del chiodo e il corretto posizionamento sono verificati senza rimuovere il sistema, controllando il livello di affondamento mediante strumento dedicato. Può essere necessario un portale anterolaterale accessorio per poter introdurre a fondo uno o più chiodi aggiuntivi, mediante tecnica analoga.

Infine, si eseguono prove di stabilità della sintesi e del LCA. Il ginocchio viene quindi immobilizzato in estensione o lieve flessione (20°) utilizzando una valva gessata per 3 settimane, durante le quali non è consentito il carico. Nel postoperatorio viene eseguita una radiografia standard di controllo.

Dopo 3 settimane, si esegue un nuovo controllo radiografico e la rimozione della valva gessata, sostituita con un tutore tipo ginocchiera articolata che consenta una flessione di 0-60° per altre 2 settimane, durante le quali al paziente viene concesso il carico progressivo con due stampelle, e a seguire viene prescritto il recupero dell'articolarità completa del ginocchio. Tutti i pazienti sono stati visitati regolarmente in ambulatorio fino a quando non hanno raggiunto una funzionalità del ginocchio soddisfacente.

Il chiodo bioriassorbibile utilizzato nella nostra unità è lo SmartNail® (ConMed Linvatec, Largo, FL, USA) composto di un polimero di polilattide (PLA).

Valutazione oggettiva e soggettiva

I pazienti sono stati esaminati clinicamente e hanno compilato i questionari del *Subjective International Knee Documentation Committee* (IKDC) e la *Tegner Activity Scale* (TAS). L'esame clinico è stato eseguito secondo il modulo di valutazione IKDC oggettivo. Sono stati valutati clinicamente anche eventuali deformità angolari e disturbi di crescita.

La scala di valutazione IKDC[19] prevede sia un questionario soggettivo che un modulo di valutazione oggettiva. Il questionario soggettivo valuta diversi fattori, come la sintomatologia, attività sportive e deficit funzionali. La valutazione IKDC oggettiva include sette parametri relativi al ginocchio, che riflettono sia i deficit che la disabilità. La valutazione peggiore per i primi tre parametri chiave (presenza di versamento, mobilità del ginocchio e stabilità dei legamenti) determina il grado IKDC finale. Ci sono quattro gradi: A, B, C e D che implicano, rispettivamente, normale, quasi normale, anormale e gravemente anormale.

La TAS [20] rappresenta il livello di attività sportiva e consente ai medici di confrontare e documentare il livello di attività pre-lesione con il livello di attività corrente.

I controlli ambulatoriali sono stati eseguiti per tutti i pazienti a 2 e 4 settimane, e a 3 e 6 mesi post-operatori.

Tutti i pazienti sono stati valutati tramite questionario a 3 e 6 mesi postoperatori e al massimo follow-up possibile.

Valutazione radiografica e classificazione

Le radiografie standard preoperatorie e postoperatorie sono state valutate separatamente da tre chirurghi per classificare la lesione secondo la classificazione di Meyers e McKeever modificata nel preoperatorio e misurare la scomposizione del frammento prima e dopo la riduzione della frattura [6-8]. I valori definitivi corrispondono al valore medio delle loro valutazioni. Le immagini radiografiche erano tutte digitali e calibrate.

Tabella I. Dati clinici e demografici dei pazienti inclusi nello studio.

Paziente	Sesso	Età (anni)	Massimo Follow-up (mesi)	Tipo di frattura	Livello di attività prima del trauma	Evento traumatico	Impianto	Durata intervento (min)
1	F	9	6	3	6	Sci	1 SN 1,5x16mm	35
2	M	10	20	2	6	Rugby	2 SN 2,4x16mm	35
3	F	13	8	3	6	Calcio	2 SN 2,4x16mm + 1 SN 2,4x25mm	60
4	M	7	12	2	5	Sci	2 SN 1,5x16mm	30
5	F	12	15	3	6	Basket	2 SN 16mm	35
6	M	7	24	3	6	Calcio	1 SN 1,5x16mm	25
7	M	10	6	2	7	Calcio	2 SN 2,4x16mm	30
8	M	12	6	2	5	Sci	3 SN	50
9	F	13	9	3	6	Calcio	2 SN 2,4x16mm	35
10	M	11	11	3	7	Rugby	2 SN 16mm	35
11	F	9	17	2	7	Sci	2 SN 2,4x16mm	25
12	M	11	6	3	5	Rugby	2 SN 1,5x16mm	40
13	F	8	30	3	7	Calcio	2 SN 2,4x16mm	45
14	F	12	27	2	6	Sci	3 SN	60
15	M	12	10	2	6	Calcio	2 SN 1,5x16mm	30
16	M	14	38	3	4	Rugby	2 SN 2,4x16mm	25
17	M	6	22	2	7	Calcio	2 SN 1,5x16mm	35
18	M	13	16	2	6	Inc. stradale	1 SN 1,5x16mm	25
19	M	11	47	3	3	Calcio	2 SN 16mm	40
20	F	10	27	3	4	Ginnastica	2 SN 2,4x16mm	35
21	M	13	36	3	7	Rugby	2 SN 16mm	35
22	M	13	6	3	7	Skateboard	1 SN 1,5x16mm	25
23	F	6	25	3	5	Sci	2 SN 2,4x16mm	35
24	F	9	6	2	6	Inc. stradale	2 SN	45
25	F	10	60	2	5	Calcio	2 SN 16mm	50
26	M	9	53	3	5	Sci	2 SN 16mm	30
27	F	6	7	3	4	Basket	2 SN 2,4x16mm + 1 SN 2,4x25mm	60
28	F	12	49	2	6	Sci	2 SN 16mm	48
29	F	11	48	3	6	Pallamano	2 SN 16mm	30
30	M	13	23	3	6	Calcio	2 SN 16mm	40
31	M	12	34	2	6	Rugby	2 SN 16mm	35
32	F	13	6	3	7	Calcio	3 SN	45
33	F	12	39	3	6	Inc. stradale	2 SN 16mm	30
34	F	9	6	3	5	Danza	2 SN 1,5x16mm	60
35	M	15	6	3	6	Calcio	2 SN 1,5x16mm	35

Analisi statistica

Per confrontare i risultati sono state eseguite analisi statistiche utilizzando il Chi-quadrato con la correzione di Yates e il test di analisi della varianza (ANOVA) per campioni indipendenti.

Risultati

In questo studio sono stati inclusi 35 pazienti (17 femmine e 18 maschi). L'età media dei pazienti è di 10,66 ± 2,40 anni (range 6-15). Il follow-up medio è stato di 21,74 ± 16,11 mesi (range 6-60), e non è stato perso nessun paziente ai follow-up. In 19 casi la lesione ha interessato il ginocchio sinistro, in 16 casi il ginocchio destro. La lesione è stata causata da traumi durante attività sportiva o ludica in 32 pazienti (12 calcio, 8 sci, 6 rugby, 2 basket, 4 altro), incidente stradale in 3 pazienti.

Tutti i pazienti inclusi nello studio sono stati ricoverati entro il secondo giorno successivo al trauma e sono stati sottoposti a esame clinico e radiografico: il 100% dei pazienti è stato sottoposto ad una radiografia standard e l'80% ha eseguito anche uno studio TC per determinare più accuratamente il grado di comminuzione della lesione. Secondo la classificazione di Meyers e McKeever modificata, 13 pazienti presentavano una frattura di tipo II e 22 pazienti una frattura di tipo III.

La durata media dell'intervento chirurgico è stata di 38,09 ± 10,59 minuti (range 25-60) e non sono state riportate complicanze intraoperatorie.

I dati demografici e clinici dei pazienti sono riportati nelle Tabelle I e II. Nei pazienti coinvolti nello studio non sono stati osservati casi di infezioni; nessun paziente ha sviluppato pseudoartrosi. Al follow-up a 6 mesi, tutti i pazienti hanno mostrato una incongruenza residua del margine anteriore dell'eminenza tibiale inferiore o uguale a 2 mm (media 0,51 ± 0,70, range 0-2). Tutti i pazienti al massimo follow-up hanno raggiunto una flesso-estensione quasi completa del ginocchio (91,5% rispetto al controlaterale).

Tabella II. Risultati clinici e radiografici a 3 mesi, 6 mesi post-operatori e al massimo follow-up.

Paziente n°	IKDC Soggettivo			Tegner Activity Scale			IKDC Oggettivo		Scomposizione (mm)
	3 mesi	6 mesi	Max FU	3 mesi	6 mesi	Max FU	3 mesi	6 mesi	
1	79	88	88	3	5	5	A	A	1
2	58	88	90	3	6	6	A	A	0
3	70	85	85	4	6	6	B	B	2
4	56	81	84	2	6	7	A	A	0
5	61	93	93	2	5	5	A	A	1
6	72	89	89	3	4	4	B	A	0
7	64	93	94	3	6	7	A	A	0
8	75	88	88	2	5	5	B	B	2
9	71	83	87	4	5	5	B	A	0
10	54	89	89	4	6	7	A	A	0
11	63	89	92	3	5	5	A	A	1
12	59	90	94	4	5	6	B	A	0
13	76	85	85	4	6	6	A	A	0
14	68	90	90	2	6	7	A	A	0
15	67	85	85	2	4	4	A	A	1
16	73	90	90	3	6	7	B	A	0
17	68	90	90	3	6	7	A	A	0
18	72	92	91	4	6	6	A	A	0
19	54	82	89	2	3	4	B	A	2
20	74	87	90	3	4	4	A	A	1
21	71	90	90	4	5	7	A	A	0

continua

Tabella II. (*continua*)

22	68	87	87	3	6	6	B	A	0
23	72	80	86	3	5	5	A	A	1
24	79	92	92	4	5	5	A	A	0
25	67	81	85	3	4	5	B	A	0
26	72	89	90	3	5	6	A	A	0
27	77	93	93	2	4	4	B	B	2
28	71	90	90	3	5	6	A	A	0
29	69	86	85	3	6	6	B	A	1
30	73	93	95	4	6	7	A	A	0
31	79	95	95	3	6	7	A	A	0
32	77	90	90	4	6	6	A	A	0
33	63	85	90	3	5	7	B	A	1
34	56	80	80	2	5	5	A	A	1
35	68	88	88	4	6	6	A	A	1

In 3 pazienti si è osservato un ritardo nel recupero dell'estensione (variabile tra 5 e 15 gradi rispetto al ginocchio controlaterale) a tre mesi. Al massimo follow-up nessun paziente ha mostrato segni di asimmetrie dell'accrescimento osseo come ipometria o deviazioni assiali dell'arto inferiore.

Il punteggio medio soggettivo IKDC a 3 mesi postoperatori era 68,46 ± 7,26 (range 54-79) e a 6 mesi era 87,89 ± 3,99 (range 80-95) con un miglioramento statisticamente significativo ($p < 0,001$). All'ultimo follow-up il valore medio era 89,11 ± 3,39 (range 80-95), mostrando una lieve ma statisticamente significativa differenza rispetto al punteggio a 6 mesi ($p = 0,026$).

La valutazione IKDC oggettiva a 3 mesi ha riscontrato un grado A in 23 pazienti e un grado B in 12 pazienti; a sei mesi i risultati sono stati: un grado A in 32 pazienti, e un grado B in 3 pazienti, con un range di movimento "quasi normale" (91,5% rispetto al controlaterale) e un miglioramento statisticamente significativo ($p = 0,008$) confrontando le due valutazioni. I punteggi TAS rilevati sono stati i seguenti: il valore medio prima del trauma era 5,77 ± 1,00 (range 3-7), a 3 mesi di follow-up era 3,09 ± 0,74 (range 2-4) ($p < 0,001$), a 6 mesi 5,26 ± 0,82 (intervallo 3-6) ($p < 0,001$) e all'ultimo follow-up 5,74 ± 1,04 (intervallo 4-7).

Dopo opportuno controllo e autorizzazione allo sport, 6 mesi dopo l'intervento chirurgico tutti i pazienti hanno ripreso gradualmente l'attività sportiva. Una completa restitutio ad integrum dell'articolazione e la sua piena funzionalità sono dimostrate dalla mancanza di differenze statistiche significative tra il punteggio TAS prima dell'infortunio e il punteggio TAS al massimo follow-up ($p = 0,875$).

Discussione

Le fratture dell'eminenza tibiale si verificano con maggior frequenza in pazienti con cartilagine di accrescimento ancora aperta [21].

Lo studio di Kieser et al. ha identificato come meccanismo traumatico più comune l'iperflessione e la rotazione [22]. Una revisione di 83 pazienti condotta da Aderinto et al. ha mostrato che le cadute, gli incidenti automobilistici, lo sci e il calcio sono le attività più comuni che possono portare a questo tipo di lesione [23]. Questo è in linea con i nostri risultati: nel nostro campione di pazienti il tipo di trauma più frequente che ha causato la frattura è stato durante la pratica sportiva del calcio. La diagnosi di frattura delle spine tibiali può non essere semplice, trattandosi di pazienti con componente cartilaginea ancora largamente rappresentata, non raramente può verificarsi un ritardo diagnostico o una difficoltà nel trattamento [24].

L'instabilità residua del ginocchio è motivo di controversie nella scelta tra il trattamento chirurgico e il trattamento conservativo. Alcuni studi indicano che la lassità residua del ginocchio complica sia il trattamento conservativo che quello chirurgico [25,26]; inoltre questa lassità non sembra correlarsi alla qualità della riduzione della frattura ma alla deformazione plastica del LCA, che si verifica poco prima dell'avulsione [25,27-28]. Gronkvist ha riportato una correzione spontanea della lassità dovuta al potenziale di crescita ossea residuo nei bambini di età inferiore ai dieci anni [29]. Nel nostro studio non sono state osservate differenze significative di risultati tra il sottogruppo di pazienti di età inferiore ai 10 anni e quello di età pari o superiore ai 10 anni.

Una stabilità antero-posteriore uguale o inferiore a 2 mm è stata ottenuta in tutti i 35 pazienti, riscontro in accordo con altri studi [30].

Per il trattamento chirurgico di queste lesioni sono state proposte diverse tecniche, sia a cielo aperto che artroscopiche: le metodiche più utilizzate sono viti cannulate, suture, ancorette impiantate in artroscopia, fili di Kirschner e pin bioriassorbibili [4,30,31]. Ogni tecnica ha i suoi vantaggi e svantaggi, e in Letteratura vi sono svariati lavori a riguardo, ma non vi è ancora unanimità sulla tecnica chirurgica di scelta [21]. La maggior parte degli Autori concorda che il trattamento artroscopico determina minori complicanze, una mobilizzazione precoce, una degenza ospedaliera più breve consentendo anche l'evacuazione dell'ematoma e la visualizzazione della lesione, con il vantaggio di poter eseguire un debridement dei frammenti ossei per facilitare la riduzione [4,32,33]. Le tecniche chirurgiche a cielo aperto consentono una più facile riduzione anatomica e una visualizzazione diretta della sintesi, ma causano anche un insulto ai tessuti molli circostanti che può comportare un aumento della morbilità e lo sviluppo a lungo termine di complicanze, soprattutto nei pazienti giovani [4].

L'utilizzo di viti cannulate consente una buona sintesi di frammenti di grandi dimensioni, ma è di difficile applicazione in caso di frammenti piccoli o comminuti, e spesso richiede un secondo intervento chirurgico per la loro rimozione, di non sempre semplice esecuzione [4,31,32]. La tecnica con fili di k percutanei consente la loro rimozione senza un secondo intervento chirurgico, ma fornisce una minore stabilità della sintesi e un aumentato rischio di infezione e mobilizzazione. La sintesi mediante suture è efficace anche in presenza di piccoli frammenti ma richiede un tempo operatorio prolungato e non prevede una compressione diretta della frattura [4,32]. L'utilizzo di ancorette ha dato buoni risultati ma è anche tecnicamente più complesso rispetto ad altre tecniche [4,30].

Da un punto di vista biomeccanico, nello studio di Mahar et al. non sono state riscontrate differenze negli outcome dopo il trattamento con suture, viti bioriassorbibili, viti metalliche o chiodi bioriassorbibili, dimostrando che questi ultimi sono un'opzione efficace per trattare le fratture della colonna tibiale anteriore [31]. L'utilizzo di chiodi bioriassorbibili, come quelli da noi utilizzati, consente la compressione diretta della frattura senza richiedere un intervento per la loro rimozione [31,32].

Nella scelta del tipo e del mezzo di sintesi vanno principalmente considerate la configurazione della frattura e le dimensioni dei frammenti [27]. Il chiodo da noi utilizzato è lo SmartNail® (ConMed Linvatec, Largo, FL, USA) composto di un polimero di polilattide (PLA) bioriassorbibile; ha infatti un tempo di riassorbimento di circa 4-6 anni, mantenendo la sua piena forza per 1 anno. Esso è costituito da una testa piatta a livello prossimale e da alcune alette lungo la porzione distale, ciò fornisce una compressione stabile durante la guarigione della frattura, e tale conformazione permette una compressione anche in frammenti piccoli.

Nel nostro studio abbiamo osservato un ritorno allo sport entro sei mesi, dato sovrapponibile ad altre tecniche. La durata media dell'intervento è stata di soli 40 minuti. Inoltre, non sono state richieste competenze ultra-specialistiche per i chirurghi con competenze di base di chirurgia artroscopica del ginocchio: infatti, come descritto in altri studi sull'uso di chiodi bioriassorbibili, la curva di apprendimento nell'utilizzo di tali dispositivi è molto rapida, poiché la tecnica si basa su un sistema guidato con una predeterminata profondità di perforazione e auto-ritenzione dei chiodi [30,32].

Un parametro fondamentale per valutare l'adeguatezza di una tecnica di sintesi in pazienti con scheletro immaturo è il rischio associato di lesione della cartilagine di accrescimento. Per le fratture di spine tibiali pediatriche, questo rischio può essere presente quando la tecnica chirurgica prevede la perforazione attraverso la linea di frattura e la fisi: viti cannulate e fili di Kirschner comportano un rischio maggiore, sia tramite danno diretto dovuto al diametro del mezzo di sintesi, sia a causa della preparazione del tunnel per il posizionamento del mezzo di sintesi [4,30,31]. Studi sperimentali su animali hanno dimostrato che è necessario un coinvolgimento di almeno il 7-9% della superficie della cartilagine di accrescimento per causare disturbi della crescita; considerando ciò, è improbabile che l'uso dei suddetti chiodi bioassorbibili danneggi la cartilagine di crescita, perché dato il diametro ridotto (1,5 mm) la dimensione dei fori non mostrerebbe alcun impatto irreversibile sulla fisi [34,35].

Il limite principale del nostro studio è rappresentato principalmente dalle dimensioni del campione, dovuta alla bassa incidenza di fratture da avulsione dell'eminenza tibiale, che può aumentare la possibilità di errore di tipo II, e la durata del follow-up. Sono necessarie ulteriori ricerche basate su coorti di pazienti più ampie, studi multicentrici e di tipo prospettico con follow-up a lungo termine, soprattutto per verificare eventuali esiti del riassorbimento dei chiodi. Sarebbero utili anche ulteriori studi per verificare la curva di apprendimento di questa tecnica dei chirurghi non esperti in artroscopia.

Conclusioni

L'impianto di chiodi bioriassorbibili per via artroscopica è una procedura efficace e sicura per il trattamento delle fratture delle spine tibiali di tipo II e III nei pazienti in età evolutiva. La tecnica chirurgica da noi descritta presenta tempi chirurgici contenuti. I risultati ottenuti sono sovrap-

ponibili a quelli di altre procedure chirurgiche descritte in Letteratura, ma la differenza rispetto alle altre tecniche chirurgiche è il vantaggio di poter evitare un secondo intervento per la rimozione dei mezzi di sintesi, caratteristica rilevante trattandosi di pazienti pediatrici.

Bibliografia

1. Beck NA, Patel NM, Ganley TJ.The pediatric knee: Current concepts in sports medicine. J Pediatr Orthop Part B 2014;23:59-66. https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e3283655c94
2. Melugin HP, Desai VS, Camp CL, et al. Do Tibial Eminence Fractures and Anterior Cruciate Ligament Tears Have Similar Outcomes? Orthop J Sport Med 2018;6:1-7. https://doi.org/10.1177/2325967118811854
3. Oostvogel HJ, Klasen HJ RR. Fractures of the intercondylar eminence in children and adolescents. Arch Orthop Trauma Surg 1988;107:242-247. https://doi.org/10.1007/BF00449677
4. Xu X, Liu Z, Wen H, Pan X. Arthroscopic fixation of pediatric tibial eminence fractures using suture anchors: a mid-term follow-up. Arch Orthop Trauma Surg 2017;137:1409-1416. https://doi.org/10.1007/s00402-017-2770-3
5. Sawyer GA, Hulstyn MJ, Anderson BC, et al. Arthroscopic Suture Bridge Fixation of Tibial Intercondylar Eminence Fractures. Arthrosc Tech 2013;2:e315-e318. https://doi.org/10.1016/j.eats.2013.04.004
6. Meyers MH MF. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. J Bone Jt Surg Am 1959;41-A:209-222.
7. Meyers MH MF. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. J Bone Jt Surg Am 1970;52:1677-1684.
8. Zaricznyj B. Avulsion fracture of the tibial eminence: treatment by open reduction and pinning. J Bone Jt Surg Am 1977;59:1111-1114.
9. Anderson CN, Anderson AF. Tibial Eminence Fractures. Clin Sports Med 2011;30:727-742. https://doi.org/10.1016/j.csm.2011.06.007
10. Accadbled F, N'Dele D. Arthroscopic Treatment of Pediatric Fractures. J Pediatr Orthop 2018;38:S29-S32. https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001163
11. Ganley TJ, Brusalis CM. Surgical Reduction and Fixation of Tibial Spine Fractures in Children. JBJS Essent Surg Tech 2016;6:e18. https://doi.org/10.2106/jbjs.st.15.00062
12. Mann MA, Desy NM MP. A new procedure for tibial spine avulsion fracture fixation. Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc 2012;20(12):2395-2398. https://doi.org/10.1007/s00167-012-1906-9
13. May JH, Levy BA, Guse D, et al. ACL tibial spine avulsion: mid-term outcomes and rehabilitation. Orthopedics 2011;34:89. https://doi.org/10.3928/01477447-20101221-10
14. Sommerfeldt DW Die arthroskopisch assistierte Refixation bei knöchernen Ausrissen des vorderen Kreuzbands im Kindes- und Jugendalter. Oper Orthop Traumatol2008;20(4-5):310-320. https://doi.org/10.1007/s00064-008-1403-y
15. Kendall NS, Hsu SY CK. Fracture of the tibial spine in adults and children. A review of 31 cases. J Bone Jt Surg Br 1992;74:848-852. https://doi.org/10.1302/0301-620X.74B6.1447245
16. Kawate K, Fujisawa Y, Yajima H, et al. Seventeen-year follow-up of a reattachment of a nonunited anterior tibial spine avulsion fracture. Arthroscopy 2005;21:760. https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.03.023
17. Su WR, Wang PH, Wang HN, et al. A simple, modified arthroscopic suture fixation of avulsion fracture of the tibial intercondylar eminence in children. J Pediatr Orthop B 2011;20:17-21. https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32832d8452
18. Ahn JH YJ. Clinical outcome of arthroscopic reduction and suture for displaced acute and chronic tibial spine fractures. Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc 2005;13:116-121. https://doi.org/10.1007/s00167-004-0540-6
19. Anderson F (1994) Rating scales. In: Fu F, Harner C and Vince K (eds). Knee Surgery. William & Wilkins, Baltimore, Md, USA.
20. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clin Orthop Relat Res 1985;198:43-49.
21. Callanan M, Allen J, Flutie B, et al. Suture versus screw fixation of tibial spine fractures in children and adolescents: a comparative study. Orthop J Sport Med 2019;7:1-6. https://doi.org/10.1177/2325967119881961
22. Kieser DC, Gwynne-Jones D, Dreyer S. Displaced tibial intercondylar eminence fractures. J Orthop Surg (Hong Kong) 2011;19:292-6. https://doi.org/10.1177/230949901101900306
23. Aderinto J, Walmsley P, Keating JF. Fractures of the tibial spine: epidemiology and outcome. Knee 2008;15:164-167. https://doi.org/10.1016/j.knee.2008.01.006
24. Chotel F, Seil R, Greiner P, et al. The difficult diagnosis of cartilaginous tibial eminence fractures in young children. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc 2014;22:1511-1516. https://doi.org/10.1007/s00167-013-2518-8
25. Tudisco C, Giovarruscio R, Febo A, et al. Intercondylar eminence avulsion fracture in children: long-term follow-up of 14 cases at the end of skeletal growth. J Pediatr Orthop B. 2010;19:403-408. https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32833a5f4d
26. Jackson TJ, Storey EP, Ganley TJ. The surgical management of tibial spine fractures in children: a survey of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA). J Pediatr Orthop 2019;39:e572-e577. https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001073
27. Edmonds EW, Fornari ED, Dashe J, et al. Results of displaced pediatric tibial spine frac- tures: a comparison between open, arthroscopic, and closed man- agement. J

Pediatr Orthop 2015;35:651-656. https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000356

28 Noyes FR, DeLucas JL, Torvik PJ Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates. J Bone Joint Surg Am 1974;56:236-253.

29 Gronkvist H, Hirsch G, Johansson L. Fracture of the anterior tibial spine in children. J Pediatr Orthop 1984;4:465-468. https://doi.org/10.1097/01241398-198408000-00015

30 Liljeros K, Werner S, Janarv PM. Arthroscopic fixation of anterior tibial spine fractures with bioabsorbable nails in skeletally immature patients. Am J Sports Med 2009;37:923-928. https://doi.org/10.1177/0363546508330133

31 Mahar AT, Duncan D, Oka R, et al. Biomechanical comparison of four different fixation techniques for pediatric tibial eminence avulsion fractures. J Pediatr Orthop 2008;28:159-162. https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318164ee43

32 Wouters DB, de Graaf JS, Hemmer PH, et al. The arthroscopic treatment of displaced tibial spine fractures in children and adolescents using Meniscus Arrows®. Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc 2011;19:736-739. https://doi.org/10.1007/s00167-010-1341-8

33 Coyle C, Jagernauth S, Ramachandran M Tibial eminence fractures in the paediatric population: A systematic review. J Child Orthop 2014;8:149-159. https://doi.org/10.1007/s11832-014-0571-6

34 Janarv P-M, Wikström B, Hirsch G The influence of transphyseal drilling and tendon grafting on bone growth: an experimental study in the rabbit. J Pediatr Orthop 1998;18:149-154.

35 Mäkelä EA, Vainionpää S, Vihtonen K, et al. The effect of trauma of the lower femoral epiphyseal plate. J Bone Joint Surg Br 1988;70:187-191. https://doi.org/10.1302/0301-620X.70B2.3346285