



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-  
Infantili

## **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2017/2018

Campus Universitario di Savona

# **Osteocondrosi dell'arto inferiore in età evolutiva**

Candidato:

Dott.ssa Ft. Francesca Lonardi

Relatore:

Dott. Ft. OMPT Diego Errico



## INDICE

<b>Abstract .....</b>	<b>1</b>
<b>Introduzione.....</b>	<b>4</b>
<b>Materiali e Metodi .....</b>	<b>9</b>
<b>Risultati.....</b>	<b>11</b>
<b>Discussione .....</b>	<b>29</b>
1. Osteocondrosi del ginocchio .....	29
1.1. Osgood Schlatter Disease .....	29
1.2. Sinding Larsen Johansson Disease .....	37
2. Osteocondrosi del piede .....	39
2.1. Sever's Disease .....	39
2.2. Freiberg's Disease .....	45
2.3. Köhler's Disease .....	51
2.4. Iselin Disease .....	53
3. Manifestazioni meno comuni di osteocondrosi dell'arto inferiore .....	55
3.1. Van Neck Odelberg Disease .....	55
3.2. Osteocondrosi dei cuneiformi tarsali.....	56
<b>Conclusioni .....</b>	<b>58</b>
<b>Appendice.....</b>	<b>61</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>65</b>



## ABSTRACT

**Background:** Il termine “osteochondrosi” indica un insieme di condizioni patologiche che riguardano individui con uno scheletro non maturo (bambini o adolescenti) e colpiscono le cartilagini di accrescimento e i centri di ossificazione, che possono subire uno sviluppo anormale, lesioni o condizioni di overuse. Non sono note le cause specifiche alla base di queste condizioni, ma pare che fattori genetici, traumi ripetitivi, anomalie vascolari, fattori meccanici e squilibri ormonali possano giocare un ruolo nella loro eziopatogenesi. La maggior parte di questi quadri patologici ha un decorso autolimitante, ovvero trova una risoluzione della sintomatologia con l’avvento della maturità scheletrica, con il riposo e con un trattamento conservativo (incentrato soprattutto sulla modifica dei carichi nell’attività fisica); tuttavia ci sono casi che necessitano di intervento chirurgico a causa di una maggiore gravità delle alterazioni strutturali presenti o di fallimento dell’approccio conservativo. Gli individui colpiti, che più frequentemente sono di sesso maschile, si presentano solitamente con una sintomatologia caratterizzata da dolore nel sito specifico interessato dall’osteochondrosi e disabilità nelle attività provocative specifiche. I distretti corporei che possono essere interessati da questa patologia sono principalmente la colonna (Scheuermann Disease), il gomito (Panner Disease), l’anca (Van Neck Odelberg Disease), il ginocchio (Osgood-Schlatter Disease, Sinding-Larsen-Johansson Disease) e il piede (Sever’s Disease, Köhler Disease, Freiberg Disease, Iselin Disease): l’arto inferiore è il distretto colpito da più tipologie di osteochondrosi, che saranno l’oggetto della ricerca in letteratura che questa tesi ha come base. I quadri di osteochondrosi dell’arto inferiore più noti si manifestano perlopiù nei distretti di ginocchio e piede, a carico di differenti componenti ossee: per quanto riguarda il ginocchio, ci possono essere manifestazioni di osteochondrosi a carico della tuberosità tibiale e del polo inferiore della rotula, e in questi casi si parla rispettivamente di Osgood Schlatter Disease (o apofisite tibiale) e di Sinding Larsen Johansson Disease. Nel piede vi sono numerosi siti che possono essere interessati da questa condizione: la parte più frequentemente colpita è la tuberosità calcaneale, e in tal caso la patologia prende il nome di Sever’s Disease (o apofisite calcaneale), mentre a livello delle ossa tarsali e metatarsali si possono verificare l’osteochondrosi dell’osso navicolare o Köhler Disease, o quella delle teste metatarsali (in particolare la seconda),

o Freiberg Disease. Esiste anche l'Iselin Disease, più raro, che colpisce la base del V metatarso. I quadri di osteocondrosi dell'anca, più rari, possono riguardare la sincondrosi ischio-pubica (Van Neck -Odelberg Disease).

**Obiettivi:** raccogliere le informazioni presenti nella letteratura riguardanti i principali quadri di osteocondrosi dell'arto inferiore nell'età evolutiva caratterizzati da un decorso autolimitante (in particolare Osgood-Schlatter Disease, Sinding-Larsen-Johansson Disease, Sever's Disease, Köhler Disease, Freiberg Disease, Iselin Disease e alcune manifestazioni meno frequenti di osteocondrosi), andando a descrivere per ciascuna patologia la presentazione clinica, modalità diagnostiche, storia naturale e opzioni di trattamento.

**Metodi:** Ricerca in letteratura sul database Medline attraverso il motore di ricerca di PubMed di articoli riguardanti i quadri di osteocondrosi dell'arto inferiore in età evolutiva citati; non sono stati inseriti limiti temporali, e saranno esclusi gli articoli il cui testo integrale in lingua inglese non sia reperibile. Gli articoli pertinenti sono stati letti e analizzati da un singolo revisore, che riassume in questa ricerca le informazioni ricavate dalla letteratura relative alle patologie prese in considerazione.

**Risultati:** Al termine degli screening con i criteri linguistici e di pertinenza di titolo e abstract, sono stati esclusi 3 articoli non pertinenti alla ricerca e sono stati identificati 66 articoli validi. Sono state analizzate e lette 2 revisioni sistematiche (di qualità molto bassa secondo la checklist AMSTAR-2) e 4 RCT (con svariate criticità evidenziate attraverso il confronto con la checklist del CONSORT Statement). Il resto degli studi sono 18 revisioni narrative della letteratura, 13 case series o case report, 12 studi di coorte, 8 studi cross-sectional, 3 caso-controllo e 6 di altre tipologie. Da questa letteratura sono state raccolte e riportate le informazioni relativi alle osteocondrosi dell'arto inferiore durante l'età evolutiva.

**Conclusioni:** le osteocondrosi dell'arto inferiore che si manifestano in età evolutiva colpiscono maggiormente i bambini di sesso maschile che praticano attività fisica intensa; l'ipotesi eziologica più supportata è quella che tali patologie siano il risultato di una condizione di overuse data dagli stress ripetitivi caratteristici di una certa attività

sportiva. Altri fattori correlati a queste patologie sono stati identificati, senza però definire il rapporto di causa-effetto. La diagnosi di queste patologie è prevalentemente clinica, ovvero attraverso anamnesi e riconoscimento di segni e sintomi caratteristici e identificazione di impairment e disabilità tipiche; viene supportata, soprattutto nei casi in cui i sintomi siano persistenti anche dopo il trattamento o la maturità scheletrica e nei casi di osteocondrosi del piede per identificare altre potenziali cause più gravi di sintomi simili. Le osteocondrosi dell'arto inferiore sono patologie a decorso autolimitante, con rare sequele in età adulta; la maggior parte dei casi beneficia di un trattamento conservativo composto da adeguamento dei carichi o riposo, esercizi adeguati di stretching o rinforzo, utilizzo di ortesi e FANS o ghiaccio. In casi di sintomi recalcitranti può essere indicato il trattamento chirurgico. In ogni caso, nella quasi totalità dei casi si ottiene la guarigione completa con la remissione del dolore, il recupero funzionale e il ritorno alle attività quotidiane e sportive. La letteratura su questo argomento, pur essendo concorde sui contenuti, è di varie tipologie e generalmente di bassa qualità.

**Parole chiave:** osteochondrosis, child, adolescent, lower limb, Osgood Schlatter Disease, Sever's Disease, Sinding Larsen Johansson Disease, Köhler Disease, Freiberg Disease, Iselin Disease, Van Neck-Odelberg Disease

## INTRODUZIONE

Il termine “osteochondrosi” indica in modo generico un disturbo del processo di ossificazione encondrale (sia osteogenesi che condrogenesi) in soggetti senza iniziali malattie della crescita. (1) Questa tipologia di condizioni muscoloscheletriche colpisce infatti la popolazione in età pediatrica, le cui ossa sono sottoposte a modificazioni volte a garantire l'accrescimento e la maturazione del sistema scheletrico fino a renderlo quello di un individuo adulto.

Durante l'età evolutiva le ossa lunghe sono caratterizzate da differenti centri di accrescimento, e a partire da essi l'osso si espande sia in senso circonferenziale sia longitudinale: questi centri di accrescimento sono definiti epifisi o apofisi, a seconda della loro posizione nell'osso. Le epifisi sono localizzate alle estremità delle ossa lunghe, e con la produzione di nuovo tessuto osseo aggiungono lunghezza all'osso fino al raggiungimento della maturità scheletrica. Le apofisi sono invece centri di accrescimento secondari, che fungono da inserzione per alcuni tendini, e sono caratterizzate da una certa fragilità dell'interfaccia fra l'apofisi stessa e il resto dell'osso.(2) Per questa loro caratteristica, se sottoposte all'azione di forze eccessive o submassimali ripetute o protratte, possono essere oggetto rispettivamente di fratture da avulsione o di lesioni da overuse (apofisiti), situazioni che sono comuni soprattutto in fasi di crescita rapida del sistema scheletrico. (2-4)

Un altro fattore da tenere in considerazione quando si parla di maturazione scheletrica è il fatto che il tessuto osseo e il tessuto miotendineo abbiano tempi di accrescimento differenti: questo può creare disproporzioni di lunghezza fra le due componenti, che rendono il sito apofisario più suscettibile a forze tensili pronunciate. (5)

Oltre a queste caratteristiche dovute al processo di accrescimento, un elemento altamente predisponente a situazioni muscoloscheletriche patologiche sembra essere la disproporzione che attualmente c'è fra l'attività fisica libera che i bambini svolgono tutti i giorni e l'intensità dell'attività sportiva che coinvolge una quota sempre maggiore della popolazione in età pediatrica: alti carichi in allenamento e nelle competizioni, poco riposo fra le sessioni e precoce specializzazione sportiva, associati ad un ridotto

livello di attività fisica generale sono fattori che predispongono il giovane atleta a lesioni principalmente da overuse. (1,2)

Le lesioni da overuse sono il risultato di microtraumi ripetitivi a carico di un tessuto (nel caso delle osteocondrosi il tessuto osseo dei centri di accrescimento) che superano la capacità del corpo di mettere in atto un processo riparativo efficace. In caso di elevato stress a carico dell'osso, fisiologicamente aumenta anche il tasso di turnover osseo per adattare il tessuto all'aumento delle forze in gioco; fisiologicamente questo processo include una certa quota di riassorbimento osseo. Ma se le forze applicate sono eccessive, molto frequenti o continuative, anche se non troppo intense da generare una frattura franca, esse avranno come risultato una risposta/frattura da stress nell'osso. (2)

Nella popolazione in età pediatrica e specialmente in chi svolge attività sportiva ad alta intensità, le lesioni da overuse hanno infatti una grande incidenza (alcuni studi riportano che l'incidenza delle lesioni da overuse è circa il 50% delle lesioni sportive in età evolutiva), ed è l'arto inferiore ad essere maggiormente colpito da questa tipologia di problematiche, in primo luogo nel distretto del ginocchio, secondariamente in quello di caviglia e piede e più raramente dell'anca. (1,4-6)

L'età di insorgenza della sintomatologia della maggior parte delle lesioni da overuse va generalmente dai 10 ai 14 anni, tuttavia è diversa fra sesso maschile e femminile: le femmine iniziano il periodo puberale (quello con i maggiori picchi di crescita) prima rispetto ai maschi, e questo anticipo si riflette anche nella manifestazione della sintomatologia in questione. (5)

Nel periodo puberale si verificano aumenti di peso e di altezza a velocità incrementate, e questo rende l'adolescente in grado di generare maggiori forza e potenza; la differenza fra i due sessi da questo punto di vista sta nel fatto che le femmine possano sviluppare una minore forza e che siano generalmente più flessibili. Queste caratteristiche fanno sì che gli individui di sesso maschile siano generalmente più predisposti a sviluppare lesioni da overuse. (5)

Le osteocondrosi rientrano perlopiù nel novero delle problematiche da overuse. All'interno delle osteocondrosi si trova il sottogruppo delle apofisiti da trazione: si tratta di un accumulo di microscopiche avulsioni a livello delle apofisi dato dalle forze tensili submassimali e protratte nel tempo applicate dal tendine che vi si inserisce. A queste microlesioni seguono cambiamenti infiammatori secondari dovuti ad un tentativo di riparazione che viene però sopraffatto dal permanere degli stress locali. (1,2,7)

Possono colpire vari distretti corporei, ma la maggior parte si localizzano all'arto inferiore, in particolar modo al ginocchio e al piede; raramente capita che sia presente osteocondrosi di più siti contemporaneamente o che si ripresenti nuovamente con la stessa localizzazione. (8)

Non se ne conoscono le cause precise, sembra che vari fattori (fattori genetici, traumi ripetitivi, anomalie vascolari, fattori meccanici e squilibri ormonali) possano giocare un ruolo determinante l'insorgenza di tali patologie. (1,9)

A livello clinico le osteocondrosi si manifestano con dolorabilità locale, dolore al movimento ed eventualmente gonfiore locale. (9)

La particolarità di queste patologie è il loro decorso autolimitante, ovvero il fatto che nella quasi totalità dei casi la remissione avviene spontaneamente con l'avvento della maturità scheletrica. (7). Tuttavia ci sono delle strategie di trattamento volte alla riduzione e remissione della sintomatologia nel breve periodo che consistono principalmente nel riposo o adeguamento dell'attività fisica e percorsi riabilitativi che prevedono esercizio terapeutico e talvolta l'utilizzo di ortesi. Nel caso in cui il trattamento conservativo non abbia effetto, a volte può essere opportuno un intervento chirurgico. (1,8)

Nonostante la natura temporanea delle osteocondrosi, esiste comunque la necessità di un protocollo di prevenzione delle lesioni da overuse nella popolazione adolescente che svolge un alto carico di allenamento: questo si può ottenere attraverso l'utilizzo di adeguata attrezzatura sportiva e di una gestione corretta dei carichi sportivi, evitando

la prematura specializzazione sportiva e mantenendo un buon livello di attività fisica generale nell'individuo in età evolutiva. (1,4,6)

C'è una certa confusione a livello terminologico quando si parla di osteocondrosi, e questo porta ad includere in questa categoria patologie differenti a seconda della classificazione utilizzata.

Uno studio di Launay, pur raggruppando queste patologie nella stessa categoria, utilizza il termine osteocondrosi come più generico, mentre se la lesione ha caratteristiche infiammatorie utilizzano il termine osteocondrite. Le osteocondrosi si suddividono a seconda della localizzazione in apofisarie (Osgood Schlatter Disease, Sever's Disease, Sinding Larsen Johansson Disease) ed epifisarie: queste ultime si differenziano nella forma deformante (Legg –Calvè –Perthes Disease, Kohler Disease e Panner Disease) e dissecante (che colpisce in bambini di età più avanzate aree più limitate deputate al carico, come i condili femorali e l'astragalo).(1)

Altri distinguono l'ostecondrosi da quella che è l'ostecondrite dissecante (9), perché nonostante entrambe le condizioni si manifestino con dolore correlato all'attività, l'ostecondrite dissecante può causare anche catching e locking articolare; inoltre essa è una condizione infiammatoria dell'osso e della cartilagine articolare sovrastante che può colpire lo scheletro sia in età evolutiva che in età adulta, e il trattamento considera spesso l'opzione chirurgica mentre nel caso delle osteocondrosi è quasi sempre conservativo, dato il decorso autolimitante della patologia. Quindi considerato che l'ostecondrite dissecante non è una patologia unicamente dell'età evolutiva e ha un decorso non propriamente simile alle altre tipologie di osteocondrosi, in questa ricerca sono state escluse le problematiche relative ad essa.

Visto questo quadro molto variegato per quanto riguarda le terminologie utilizzate, questa ricerca si limita ad analizzare le tipologie più frequenti di osteocondrosi legate all'overuse e con decorso autolimitante in età pediatrica.

Le osteocondrosi sono patologie che riguardano unicamente l'individuo in età evolutiva, specialmente quello che svolge un'intensa attività fisica, per questo è importante comprenderne la presentazione, patofisiologia, valutazione clinica e gli

aspetti di trattamento e prevenzione per permettere un ritorno all'attività quotidiana e sportiva il più precoce possibile. (7)

L'obiettivo principale della ricerca è quindi l'approfondimento di questi aspetti appena elencati in riferimento ai quadri di osteocondrosi dell'arto inferiore che colpiscono più frequentemente il paziente in età evolutiva, ovvero:

- Osgood Schlatter Disease o Apofisite Tibiale (OSD)
- Sinding Larsen Johansson Disease o osteocondrosi del polo rotuleo inferiore (SLJD)
- Sever's Disease o Apofisite Calcaneale (SD)
- Köhler's Disease o osteocondrosi del navicolare tarsale (KD)
- Freiberg Disease o osteocondrosi della seconda/terza testa metatarsale (FD)
- Iselin Disease o apofisite della base del V metatarso (ID)

Questa ricerca ha inoltre lo scopo di ricercare in letteratura informazioni riguardanti tipologie meno comuni di osteocondrosi dell'arto inferiore, come il Van Neck Odelberg Disease (osteocondrosi della sincondrosi ischio-pubica), e di prendere in considerazione casi singoli di osteocondrosi in localizzazioni atipiche, come i cuneiformi tarsali.

## **MATERIALI E METODI**

Per la stesura di questa revisione, a partire da giugno 2018 fino ad aprile 2019 è stata effettuata una ricerca in letteratura di articoli riguardanti i quadri di osteocondrosi dell'arto inferiore caratteristici dell'età evolutiva (Osgood Schlatter Disease, Sever's Disease, Sinding Larsen Johansson Disease, Köhler Disease, Freiberg Disease e le meno frequenti Van Neck-Odelberg Disease e Iselin Disease), le loro caratteristiche cliniche ed epidemiologiche e gli aspetti di diagnosi e gestione di queste patologie.

Le parole chiave utilizzate per la ricerca sono state "osteochondrosis", "child", "adolescent", "lower limb" e i nomi delle specifiche patologie con eventuali varianti, e la stringa di ricerca che le conteneva è stata utilizzata su Medline attraverso il motore di ricerca PubMed per identificare articoli pertinenti all'argomento. Dopo aver compiuto una prima esclusione degli studi inadeguati attraverso la lettura dei titoli e degli abstract, quelli utili alla ricerca sono stati poi selezionati da un singolo revisore sulla base dei criteri di inclusione ed esclusione.

Attraverso la checklist AMSTAR -2 (riportata alla sezione Appendice) è stata svolta una analisi qualitativa delle revisioni sistematiche mentre con la checklist del CONSORT Statement (riportata alla sezione Appendice) è stata verificata la validità interna e la qualità degli RCT presenti fra gli articoli inclusi in questa ricerca.

La AMSTAR 2 Checklist è stata utilizzata come metodo di riferimento per la valutazione delle systematic review: si tratta di una checklist che permette di valutare la qualità degli studi attraverso l'utilizzo di 16 items. Non è stata progettata per generare un punteggio globale, ma si basa sull'identificazione di domini critici. Il processo di valutazione complessiva permette di definire come Alta/Moderata/Bassa/Molto bassa la qualità di una review. Nella tabella successiva sono riportati i relativi criteri previsti dalla guida all'utilizzo della AMSTAR 2 per la valutazione della qualità metodologica di una review.

High	Zero or one non-critical weakness: the systematic review provides an accurate and comprehensive summary of the results of the available studies that address the question of interest
Moderate	More than one non-critical weakness: the systematic review has more than one weakness, but no critical flaws. It may provide an accurate summary of the results of the available studies that were included in the review.
Low	One critical flaw with or without non-critical weaknesses: The review has a critical flaw and may not provide an accurate and comprehensive summary of the available studies that address the question of interest.
Critically low	More than one critical flaw with or without non-critical weaknesses: The review has more than one critical flaw and should not be relied on to provide an accurate and comprehensive summary of the available studies.

Dagli articoli inclusi e analizzati sono state raccolte le informazioni presenti in letteratura sull'argomento. Sono state incluse tutte le tipologie di studio, eccetto i case report (a meno che non costituissero l'unica letteratura specifica presente a proposito di una determinata patologia) che avessero come argomento uno o più dei quadri patologici presi in considerazione da questa revisione e le loro caratteristiche cliniche-epidemiologiche o aspetti di diagnosi e trattamento. Non sono stati inseriti limiti temporali alla ricerca, ma sono stati esclusi gli articoli il cui testo integrale in lingua inglese non fosse reperibile.

Il fatto che questi quadri patologici colpiscano la popolazione in età infantile e adolescenziale ha reso poco rilevante specificare il criterio di inclusione dell'età della popolazione considerata; tuttavia sono stati inclusi anche articoli riguardanti casi di mancata guarigione della patologia ed eventuali evoluzioni della patologia persistente in età adulta. La bibliografia degli articoli che sono stati analizzati è stata presa in considerazione per trovare eventuali ulteriori riferimenti.

## RISULTATI

La stringa utilizzata per la ricerca è stata la seguente:

(((((osteocondrosi OR "Osteochondrosis"[Mesh] OR "Osgood Schlatter disease" OR "Sever's disease" OR "calcaneal apophysitis" OR "Sinding Larsen Johansson disease" OR "Freiberg's disease" OR "Freiberg's disease" [Supplementary Concept] OR "Köhler's disease" OR "Van Neck Odelberg disease" OR "Iselin disease"))) AND ("lower limb" OR "Lower Extremity"[Mesh] OR "Hip"[Mesh] OR hip OR "Knee"[Mesh] OR knee OR foot OR "Foot"[Mesh])) AND (child OR "child"[MeSH Terms] OR adolescent OR "Adolescent"[Mesh] OR juvenile)) AND (diagnosis OR treatment).

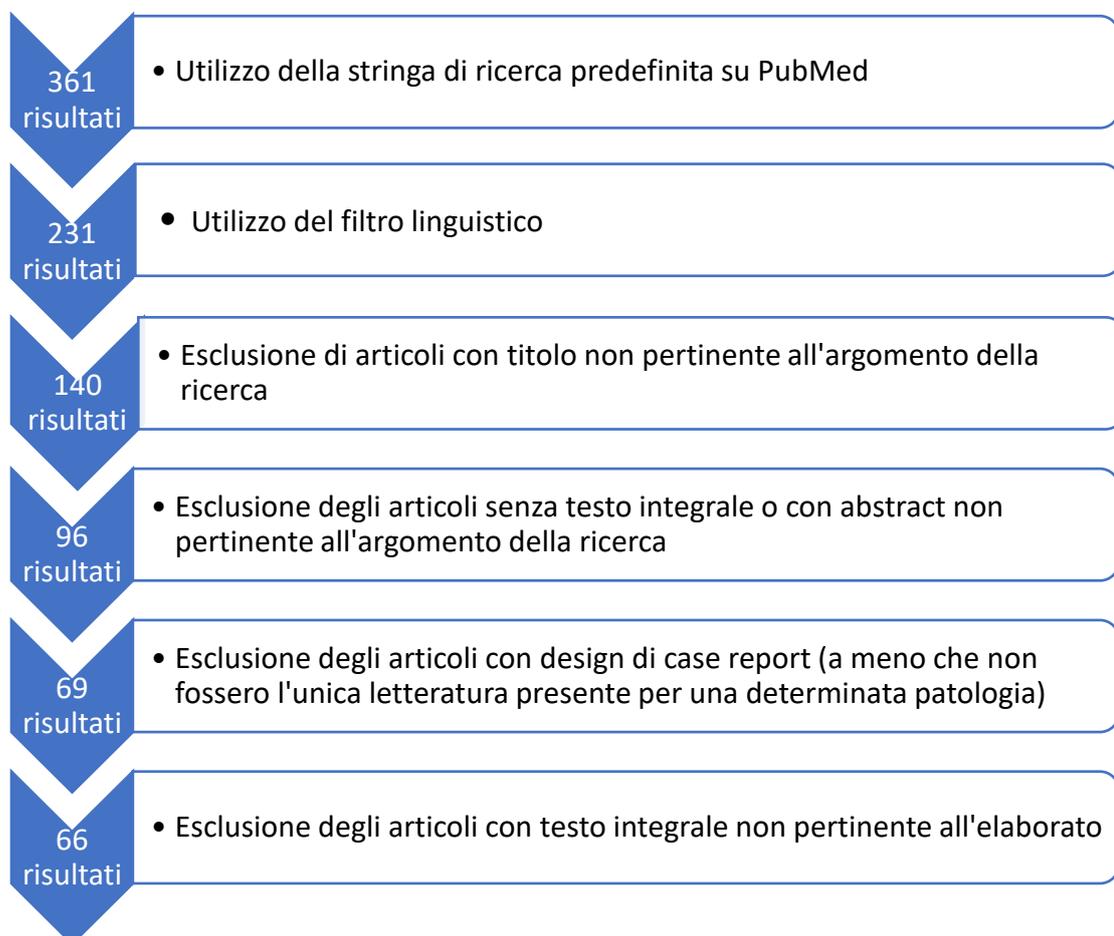


Figura 1

L'utilizzo su Pubmed della stringa di ricerca definitiva ha prodotto 361 risultati, che sono stati sottoposti a vari passaggi di screening, in base alla pertinenza del titolo e dell'abstract e alla presenza del testo integrale in lingua inglese. Impostato il filtro con il

limite linguistico, la selezione dei titoli apparentemente pertinenti ha ridotto il numero dei reperti a 140, che è ulteriormente sceso a 96 in seguito all'esclusione degli articoli il cui abstract non fosse pertinente o il cui testo non fosse presente in forma integrale. Sono poi stati esclusi i case report (tranne quelli che costituivano l'unica letteratura presente riguardante l'argomento trattato) ed è stato letto il testo integrale degli articoli rimasti, da cui sono stati esclusi quelli non pertinenti all'argomento della ricerca. Il processo di screening è riportato nella flowchart in figura 1.

Di questi 66 articoli, 24 riguardano genericamente le problematiche da overuse in ambito pediatrico sportivo o le caratteristiche dello sviluppo scheletrico dei distretti presi in considerazione, 13 riguardano specificamente le osteocondrosi del ginocchio (12 sull'Osgood Schlatter Disease e 1 sulla Sinding Larsen Johansson Disease), 27 quelle del piede (15 sul Sever's Disease, 9 sul Freiberg's Disease e 3 sul Kohler's Disease) e i rimanenti 2 si riferiscono a manifestazioni meno frequenti di osteocondrosi.

La tipologia di articoli reperiti è molto varia, e oltre a 2 revisioni sistematiche e 4 RCT, la maggioranza degli studi sono revisioni narrative della letteratura (18 articoli), seguite da case series o case report (13 articoli), studi di coorte (12 articoli), studi cross-sectional (8 articoli), caso-controllo (3 articoli) e altre tipologie (6 articoli).

Attraverso la checklist AMSTAR -2 è stata svolta una analisi qualitativa delle due revisioni sistematiche, che viene riportata in tabella 1.

	<b>Schade et al. 2015</b>	<b>James et al. 2013</b>
Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?	<i>No</i>	<i>Yes</i>
Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?	<i>No</i>	<i>Partial yes</i>
Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?	<i>No</i>	<i>Yes</i>
Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?	<i>Partial yes</i>	<i>Partial yes</i>

Did the review authors perform study selection in duplicate?	No	Yes
Did the review authors perform data extraction in duplicate?	No	Yes
Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusion?	No	No
Did the review authors describe the included studies in adequate detail?	No	Yes
Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included for the review?	No	No
Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?	No	No
If meta-analysis was performed, did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?	No meta-analysis conducted	No meta-analysis conducted
If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?	No meta-analysis conducted	No meta-analysis conducted
Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/discussing the results of the review?	No	No
Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the result of the review?	No	Yes
If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?	No meta-analysis conducted	No meta-analysis conducted
Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received conducting the review?	No	Yes

**Tabella 1**

Dall'analisi qualitativa degli studi e dalla valutazione complessiva sono emerse diverse criticità nei singoli domini analizzati. Ciò permette di affermare che la qualità delle 2 systematic review analizzate è "Molto Bassa".

Gli RCT presenti fra gli articoli inclusi in questa ricerca sono stati confrontati con la checklist del CONSORT Statement per verificarne la validità interna e la qualità, e la presenza o assenza dei vari elementi della checklist è stata riportata in tabella.

	<i>Kuyucu et al., 2017</i>	<i>Wiegerinck et al., 2016</i>	<i>James et al., 2016</i>	<i>Topol et al., 2011</i>
<b>Titolo e abstract</b>				
1a	X	*	*	X
1b	*	*	*	*
<b>Introduzione</b>				
2a	*	*	*	*
2b	*	*	*	*
<b>Metodi</b>				
3a	*	*	*	-
3b	X	-	X	-
4a	*	*	*	*
4b	*	*	*	X
5	*	*	*	*
6a	*	*	*	*
6b	-	-	-	-
7a	X	*	*	*
7b	-	-	-	-
8a	X	*	*	*
8b	X	*	*	*
9	X	*	*	X
10	X	*	*	/
11a	X	*	*	*
11b	X	-	-	-
12a	X	*	*	*
<b>Risultati</b>				
13a	*	*	*	*
13b	*	*	*	*
14a	*	*	*	*
14b	X	-	-	-
15	*	*	*	X

16	*	*	*	*
17a	x	*	*	x
17b	x	-	x	-
18	x	X	x	-
19	x	-	x	-
<b>Discussione</b>				
20	/	*	*	*
21	x	*	*	*
22	x	*	*	*
<b>Altre informazioni</b>				
23	*	*	*	*
24	x	X	*	x
25	*	X	*	*

**Tabella 2.**

\*=item presente; /=item parzialmente presente; x=item assente; - = item non affrontato nello studio

Quello che emerge dal confronto con la checklist è che le maggiori criticità sono presenti nel reporting della sezione dei risultati degli RCT presi in esame. Lo studio di Kuyucu et al. è quello di minore qualità, mentre gli altri tre studi riportati rispettano quasi del tutto i criteri specificati come necessari dal CONSORT Statement.

### Studi esclusi dall'elaborato

In seguito all'esclusione dei case report, è stata effettuata la lettura del testo integrale dei rimanenti articoli: la lista degli articoli esclusi dopo questo passaggio è riportata nella tabella 3 insieme al motivo della loro esclusione.

<b>Studi esclusi</b>	<b>Motivo dell'esclusione</b>
Pretell-Mazzini et al. <i>Outcomes and Complications of Tibial Tubercle Fractures in Pediatric Patients: A Systematic Review of the Literature</i> Journal of Paediatric Orthopaedics, 2016	Non pertinente con la ricerca dell'elaborato
Oni et al. <i>'Windswept deformity'</i>	Non pertinente con la ricerca dell'elaborato

Archives of Disease in Childhood, 1983	
Wilk <b><i>Juvenile Osteochondrosis of the Hip</i></b> Journal of the American Medical Association, 1965	Non pertinente con la ricerca dell'elaborato

**Tabella 3.**

### Studi inclusi

Di seguito nella tabella 4 sono riportati i 66 studi inclusi nella ricerca, con relative informazioni di base (tipologia di studio, obiettivi e risultati/conclusioni).

STUDI INCLUSI	TIPO	OBIETTIVO	CONCLUSIONI E RISULTATI
Chan et al. <b><i>Kohler Disease: Avascular Necrosis in the Child.</i></b> Foot Ankle Clinic of North America, 2019 (10)	Narrative review	Effettuare una revisione della letteratura presente riguardo eziologia, diagnosi e trattamento del KD	Il KD è una necrosi avascolare del navicolare tarsale, e la diagnosi si basa sui sintomi associati a ritrovamenti radiografici. Colpisce pazienti maschi con meno di 10 anni e ha una prognosi autolimitante e favorevole con trattamento conservativo. La letteratura presente consiste perlopiù di case series.
Watanabe et al. <b><i>Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players</i></b> The Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2018 (11)	Studio di coorte	Effettuare un follow up a 6 mesi e 1 anno dalla baseline in 37 calciatori maschi di età media 10 anni per verificare l'associazione di vari fattori (funzione fisica, presenza di SD e movimento di calcio) con l'esordio di OSD.	L'esordio di OSD è influenzato da molti fattori, fra cui stadio di sviluppo, caratteristiche fisiche (altezza e peso, tensione del quadricipite e tricipite surale, arco del piede) e apofisiti pre-esistenti. In particolare, una diagnosi di SD e lo spostamento posteriore del CdG durante il calcio sembrano predisporre all'esordio di OSD.
Seyfettinoglu et al. <b><i>Is There a Relationship between Patellofemoral Alignment and Osgood-Schlatter Disease? A Case-Control Study</i></b> Journal of Knee Surgery, 2018 (12)	Caso-controllo osservazionale	Indagare il ruolo di variazioni anatomiche nell'allineamento femoro-rotuleo in pazienti con o senza OSD e determinare i potenziali fattori di rischio anatomici per l'OSD in 2 gruppi di 40 pazienti (diagnosi di OSD vs lesione al ginocchio senza OSD) di età media circa 13 anni.	Parametri di allineamento femoro-rotuleo non sembrano associati alla OSD in un rapporto di causalità, dato che le differenze in questi parametri fra i due gruppi sono statisticamente o clinicamente non rilevanti. Il principale fattore eziologico sembra essere perciò l'aumentata attività fisica più che variazioni subdole dell'anatomia dell'apparato estensore del ginocchio.
Barbuto et al. <b><i>Pediatric musculoskeletal ultrasound: a pictorial essay</i></b>	Review narrativa	Esaminare le principali condizioni patologiche del Sistema muscoloscheletrico pediatrico, fra cui anche le più comuni osteocondrosi.	L'ecografia risulta essere il metodo principale per valutare i disturbi muscoloscheletrici dei pazienti pediatrici, in fase di diagnosi, trattamento e follow up e anche per

Journal of Ultrasound, 2018 (13)			guidare eventuali procedure chirurgiche intra-articolari.
Rejeb et al. <b>Compelling overuse injury incidence in youth multisport athletes</b> European Journal of Sport Science, 2017 (4)	Studio di coorte	Valutare in un follow up da 1 a 5 anni l'incidenza e il pattern delle lesioni in 166 atleti maschi dai 12 ai 18 anni che praticano più di uno sport.	Il tasso di lesioni da overuse e condizioni legate alla crescita in questi sportivi d'età adolescenziale è molto alto.
Pagenstert et al. <b>Reduction Osteotomy of the Prominent Tibial Tubercle After Osgood-Schlatter Disease</b> The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 2017 (14)	Case series	Valutare gli outcome funzionali e clinici di un'osteotomia closing wedge per la prominza della tuberosità tibiale da OSD, in 7 adulti (età media 28.6 anni) con precedente trattamento sia conservativo che chirurgico.	L'osteotomia closing wedge della tuberosità tibiale è stata efficace nel ridurre la prominza ossea da OSD e migliorare l'outcome in termini di dolore e funzione del ginocchio in questo gruppo di pazienti.
Kuyucu et al. <b>Assessment of the kinesiotherapy's efficacy in male athletes with calcaneal apophysitis</b> Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2017 (15)	Studio randomizzato controllato	Valutare l'efficacia del kinesio tape sul dolore e la funzione del piede in 22 giovani giocatori di football con SD (8-16 anni) randomizzati in due gruppi: un gruppo ha ricevuto sham tape (ST) e l'altro kinesio tape (KT).	Il gruppo KT ha avuto migliori punteggi sulla AOFAS e VAS dopo 1 e 3 mesi rispetto al gruppo ST. Anche se può essere usato per migliorare le funzioni del piede in atleti con SD, il suo ruolo per quanto riguarda il dolore è limitato. Può essere usato in combinazione con altre terapie farmacologiche o in alternativa ad esse.
Ishimatsu et al. <b>Return to sporting activity after osteochondral autograft transplantation for Freiberg disease in young athletes</b> Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2017 (16)	Case series	Valutare l'attività sportiva di 10 giovani atleti in seguito a trapianto osteocartilagineo autologo per FD.	Tutti i partecipanti allo studio hanno raggiunto un precoce ritorno allo sport quasi agli stessi livelli precedenti e hanno dimostrato un miglioramento significativo del ROM delle articolazioni metatarso-falangee con quasi nessun dolore al ginocchio.
Dobbe et al. <b>Common paediatric conditions of the lower limb</b> Journal of Paediatrics and Child Health, 2017 (17)	Narrative review	Descrivere disordini comuni di anca, ginocchio e piede in età pediatrica.	Descrizione di caratteristiche cliniche, diagnosi e trattamento delle patologie dell'arto inferiore in età pediatrica.
Circi et al. <b>Treatment of Osgood-Schlatter disease: review of the literature</b> Musculoskeletal Surgery, 2017 (18)	Narrative review	Effettuare una revisione che include letteratura riguardante la patofisiologia, diagnosi e trattamento del OSD.	OSD è una patologia autolimitante e di solito il recupero completo si ottiene con la maturità scheletrica. La prognosi dell'OSD è in generale buona, eccetto per alcuni discomfort nell'inginocchiarsi e in pochi casi alcune restrizioni nell'attività fisica.

			Le tecniche artroscopiche sembrano essere la scelta migliore per il trattamento delle lesioni non risolte.
Alhamdani et al. <b>Kohler's disease presenting as acute foot injury</b> American Journal of Emergency Medicine, 2017 (19)	Case report	Riportare il caso di un bambino di 5 anni presentatosi con dolore al piede e incapacità al carico dopo attività molto intensa e una lesione acuta al piede.	KD è una causa benigna e autolimitante di dolore e zoppia nei bambini, che si può presentare con improvviso dolore e zoppia o dolore dopo attività fisica molto intensa, con o senza trauma. Il riconoscimento di questa patologia può prevenire test e trattamenti inutili.
Alassaf et al. <b>Acute presentation of Sinding-Larsen-Johansson disease simulating patella sleeve fracture: A case report</b> SAGE Open Medical Case Reports, 2017 (20)	Case report	Descrivere un paziente di 10 anni con caratteristiche radiografiche di SLJD associate ad una presentazione clinica atipica.	È importante includere SLJD nella diagnosi differenziale del dolore di ginocchio ad esordio improvviso dopo una lesione nella popolazione di età adolescenziale. SLJD è un disordine autolimitante che raramente o mai richiede trattamento chirurgico.
Wiegerinck et al. <b>Treatment of Calcaneal Apophysitis: Wait and See Versus Orthotic Device Versus Physical Therapy: A Pragmatic Therapeutic Randomized Clinical Trial</b> Journal of Pediatric Orthopedics, 2016 (21)	Studio randomizzato controllato	Valutare l'efficacia di 3 modalità di trattamento convenzionali spesso usate nella gestione del SD su 101 soggetti (8-15 anni) randomizzati in 3 gruppi che per 10 settimane hanno effettuato o un regime di esercizio eccentrico supervisionato, o hanno usato un rialzo per il tallone) o hanno semplicemente aspettato la guarigione.	Tutti e tre i gruppi hanno avuto un miglioramento clinico e statistico rilevante e significativo per quanto riguarda la riduzione del dolore al calcagno da SD. Non c'è stata differenza significativa nella riduzione del dolore calcaneare fra le tre modalità di trattamento.
Vergara-Amador et al. <b>Radiographic features of the development of the anterior tibial tuberosity</b> Radiologia, 2016 (22)	Studio osservazionale	Valutare le caratteristiche radiologiche della tuberosità tibiale in una popolazione pediatrica (210 radiografie di pazienti dai 10 ai 17 anni) divisa in gruppi per età e sesso.	L'ossificazione della tuberosità tibiale inizia distalmente, poi la parte prossimale si fonde con il resto dell'epifisi, e alla fine la parte distale si fonde con la tibia.
James et al. <b>Health related quality of life of children with calcaneal apophysitis: child &amp; parent Perceptions</b> Health and Quality of Life Outcomes, 2016 (23)	Studio di coorte	Valutare e comparare la percezione della qualità di vita relativa alla salute in 124 bambini con SD e i rispettivi genitori a 1, 2, 6 e 12 mesi dalla baseline attraverso Oxford Ankle Foot Questionnaire for Children (OxAFQ-C).	I bambini con SD hanno una differenza di percezione della qualità di vita relativa alla salute rispetto ai loro genitori. I genitori hanno inizialmente riportato un impatto maggiore della patologia rispetto al figlio, anche se con il passare del tempo c'è stata una convergenza fra i due gruppi.
James et al. <b>Effectiveness of footwear and foot orthoses for calcaneal</b>	Studio randomizzato controllato	Comparare l'efficacia di due tipi di ortesi plantari (Rialzo R o plantare prefabbricato PP) e della sostituzione (SC)	A 2 mesi sembra esserci un relativo vantaggio nell'uso di rialzi rispetto ai plantari prefabbricati, ma a 12 mesi non c'è un reale vantaggio

<p><b>apophysitis: a 12-month factorial randomised trial</b></p> <p>Journal of Sports Medicine, 2016 (24)</p>		<p>o non sostituzione (NSC) della calzatura per ridurre il dolore e la disabilità causate da SD. 124 bambini con SD sono stati randomizzati in 4 gruppi (R+SC, R+NSC, PP+SC, PP+NSC) e valutati a 1, 2,6 e 12 mesi per disabilità, dolore e ROM in dorsiflessione.</p>	<p>nell'utilizzo di un'opzione di trattamento rispetto all'altra. Se quindi l'impatto della SD si manifesta per più di 2 mesi, la scelta di trattamento va fatta in base al giudizio clinico, minimizzazione dei costi o preferenze del paziente.</p>
<p>Schade et al.</p> <p><b>Surgical Management of Freiberg's Infraction</b></p> <p>Foot and Ankle Specialist, 2015 (25)</p>	<p>Systematic review</p>	<p>Determinare quale procedura chirurgica permetta la migliore risoluzione dei sintomi e il ritorno all'attività in pazienti con FD</p>	<p>Sono stati rilevati migliori risultati in termini di risoluzione completa del dolore e ritorno integrale all'attività con procedure che risparmiano l'articolazione, anche se era presente un bias nei confronti di queste ultime. Il problema post-operatorio principale per tutti i tipi di intervento è stata la persistenza del dolore.</p>
<p>Santos et al.</p> <p><b>Köhler disease: an infrequent or underdiagnosed cause of child's limping?</b></p> <p>Orgão Oficial da Sociedade Portuguesa de Reumatologia, 2015 (26)</p>	<p>Case report</p>	<p>Descrivere il caso di un bambino di 6 anni con KD bilaterale che si è manifestato con zoppia a sinistra senza dolore.</p>	<p>KD è una causa benigna e transitoria di dolore al piede e zoppia nei bambini. Questo caso enfatizza il bisogno di identificare il KD in bambini con queste caratteristiche per evitare indagini e trattamenti non necessari.</p>
<p>Pereira et al.</p> <p><b>Long-term Follow-up of Dorsal Wedge Osteotomy for Pediatric Freiberg Disease</b></p> <p>Foot &amp; Ankle International, 2015 (27)</p>	<p>Case series (retrospettiva)</p>	<p>Valutare i risultati a lungo termine di un intervento di dorsal wedge osteotomy intra-articolare per il trattamento di FD in 20 pazienti con età dai 12 ai 17 anni al tempo dell'intervento.</p>	<p>I pazienti erano soddisfatti con il dolore e la qualità di vita ad un tempo di follow-up medio di 23.4 anni dall'intervento.</p>
<p>Nakase et al.</p> <p><b>Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease</b></p> <p>Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2015 (28)</p>	<p>Studio di coorte + cross sectional</p>	<p>Indagare i fattori di rischio per l'OSD in 37 calciatori maschi di età media 11.2 anni con 70 ginocchia allo stadio asintomatico, valutati ad 1 anno di follow up con ecografia, rivalutazione e comparazione fra 10 ginocchia con OSD e 60 sane.</p>	<p>L'incidenza dell'OSD è 14.3% in questo studio. I fattori di rischio per OSD sono stati identificati in tensione del quadricipite e forza sviluppata durante l'estensione di ginocchio e flessibilità degli ischio-crurali.</p>
<p>Miyamoto et al.</p> <p><b>Midterm clinical results of osteochondral autograft transplantation for advanced stage Freiberg</b></p>	<p>Case series (prospettica)</p>	<p>Valutare i risultati clinici a medio termine di un intervento di trapianto osteocondrale autologo per il trattamento di FD di stadio avanzato in 13</p>	<p>I punteggi medi sulla AOFAS sono migliorati in modo significativo, come i punteggi alla VAS. Anche le valutazioni radiografiche e alla risonanza hanno mostrato l'assenza di cambiamenti artrosici e la</p>

<b>disease</b> International Orthopaedics, 2015 (29)		pazienti di sesso femminile ed età media di 16.7 anni, rivalutate dopo 2 anni.	consolidazione del tessuto trapiantato. Per questo può essere un'opzione efficace per il trattamento di FD in stadio avanzato.
Lipman et al. <b>A review of knee pain in adolescent females</b> The Nurse Practitioner, 2015 (30)	Narrative review	Descrivere i casi più comuni di dolore anteriore di ginocchio nella ragazza adolescente e i relativi fattori di rischio, prevenzione e gestione.	Descrizione delle manifestazioni più comuni di dolore anteriore di ginocchio nella ragazza adolescente (fra cui OSD e SLJD) assieme ai relativi fattori di rischio, prevenzione e gestione.
James et al. <b>Factors Associated with Pain Severity in Children with Calcaneal Apophysitis (Sever Disease)</b> The Journal of Paediatrics, 2015 (31)	Studio cross sectional	Identificare l'associazione fra l'esperienza di dolore da SD, dati antropometrici e misurazioni dell'arto inferiore in un gruppo di 124 bambini fra gli 8 e i 14 anni con una diagnosi di SD, comparati con i range di normalità.	I bambini con SD avevano delle caratteristiche antropometriche (maggiori peso corporeo e altezza) che si discostavano dai range di normalità per la loro età; la gestione precoce di queste caratteristiche può minimizzare l'intensità e la durata del sintomo dolore.
Hall et al. <b>Sports Specialization is Associated with An Increased Risk of Developing Anterior Knee Pain in Adolescent Female Athletes</b> Journal of Sport Rehabilitation, 2015 (32)	Studio di coorte	Determinare se la specializzazione in un singolo sport aumenta il rischio di dolore anteriore in 546 atlete adolescenti che praticano uno (189 atlete) o più sport (357 atlete).	La specializzazione sportiva in adolescenti femmine è associata con maggior rischio di dolore di ginocchio rispetto a coetanee che praticano diversi sport. È necessaria ulteriore ricerca per stabilire la relazione di questo fattore con il manifestarsi di OSD e SLJD in particolare.
Launay <b>Sports-related overuse injuries in children</b> Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2014 (1)	Narrative review	Descrivere le più comuni lesioni da overuse legate all'attività sportiva nella popolazione pediatrica.	Descrizione delle patologie da overuse più comuni di spalla, gomito, polso, mano, pelvi e anca, ginocchio, piede e colonna della popolazione in età pediatrica che pratica attività sportiva.
Ikoma <b>Extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy to treat late-stage Freiberg disease using polyblend sutures: technical tips and clinical results</b> International Orthopaedics, 2014 (33)	Case series	Valutare gli outcome clinici di un intervento di dorsal wedge osteotomy fissato con una sutura in poliestere e descrivere l'utilità di questo metodo di fissazione per il trattamento di FD in 13 pazienti di 31.7 anni in media con un follow up medio di 17 mesi.	Questo tipo di intervento con la fissazione attraverso sutura di poliestere è stato considerato utile per il trattamento di FD, e la consolidazione ossea è stata osservata in tutti i casi, associata a miglioramenti clinici in termini di dolore e funzionalità.
Becerro-de-Bengoa-Vallejo et al. <b>Static and Dynamic Plantar Pressures in Children With and Without Sever Disease: A Case-Control Study</b>	Studio caso-controllo	Comparare la pressione plantare, area di contatto plantare, distribuzione del peso corporeo fra i due arti inferiori e prevalenza di equino di caviglia in due gruppi di bambini con e	Aumentate pressioni plantari in situazioni statiche e dinamiche sembrano associate con il SD, ma non è chiaro quale sia il rapporto causa-effetto. Anche l'equino di caviglia potrebbe essere un fattore predisponente ma serve ulteriore

Physical Therapy , 2014 (34)		senza SD di 28 elementi ciascuno.	ricerca per identificare altri fattori biomeccanici associati alla patologia.
Barber Foss et al. <b><i>Epidemiology of Basketball, Soccer, and Volleyball Injuries in Middle-School Female Athletes</i></b> The Physician and Sportsmedicine, 2014 (35)	Studio di coorte	Valutare l'incidenza di lesione in 268 atlete femmine nel corso di 3 stagioni sportive.	La maggiore incidenza di lesioni è stata rilevata a carico del ginocchio (con OSD e SLJD al secondo e terzo posto), seguito dalla caviglia. Il tasso di lesioni è maggiore fra le calciatrici, seguite da coloro che praticavano pallavolo e basket.
Barber Foss et al. <b><i>Diagnostic Differences for Anterior Knee Pain between Sexes in Adolescent Basketball Players</i></b> Journal of Athletic Enhancement, 2014 (36)	Studio di coorte	Determinare se ci sia una differenza fra i due sessi nella prevalenza di disordini specifici che causano dolore di ginocchio in 810 giocatori di basket adolescenti.	Dolore anteriore di ginocchio è stato rilevato nel 25,3% dei casi, più nelle femmine che nei maschi. PFPS è stata la diagnosi più comune, seguita da SLJD e OSD.
Wiegerinck et al. <b><i>Incidence of calcaneal apophysitis in the general population</i></b> European Journal of Pediatrics, 2013 (37)	Studio cross sectional	Riportare i tassi di incidenza di SD fra i pazienti che si recano dal medico di base in 34 studi medici in Olanda.	L'incidenza di SD in 3 annate è stata di 3.7 su 1000 pazienti in questo studio, ma quella reale potrebbe essere maggiore a causa dei severi criteri di inclusione di questo studio.
James et al. <b><i>Effectiveness of interventions in reducing pain and maintaining physical activity in children and adolescents with calcaneal apophysitis (Sever's disease): a systematic review</i></b> Journal of Foot and Ankle Research, 2013 (38)	Systematic review	Condurre una revisione sulle opzioni di trattamento per la SD per quanto riguarda la riduzione del dolore e il mantenimento dell'attività fisica.	La letteratura reperita è poco numerosa e di scarsa qualità. L'evidenza a supporto dell'utilizzo di rialzi del calcagno e plantari in bambini con SD è limitata. È necessaria ulteriore ricerca per generare evidenza di maggiore qualità e con campioni più ampi e misure validate di dolore e funzione per stabilire un trattamento efficace per i bambini con SD.
Gijon-Nogueron et al. <b><i>Foot orthoses custom-made by vacuum forming on the non-load-bearing foot: Preliminary results in male children with calcaneal apophysitis (Sever's disease)</i></b> Prosthetics and Orthotics	Case series	Descrivere l'utilizzo di un plantare fatto su misura attraverso una tecnica di sottovuoto per il trattamento di SD in 18 pazienti maschi di età media 9.9 anni.	Plantari su misura in PVC e resine di poliestere possono ridurre il dolore da SD, e questa tecnica combina una doppia correzione (supporto dell'arco plantare e ammortizzazione del calcagno) attraverso un unico dispositivo.

International, 2013 (39)			
Atbasi et al. <b><i>Osteochondrosis of the Medial Cuneiform Bone in a Child: A Case Report and Review of 18 Published Cases</i></b> Foot & Ankle Specialist, 2013 (40)	Case report + revisione di case series	Riportare il caso di un bambino di 6 anni con osteocondrosi bilaterale del cuneiforme mediale e ricercare informazioni su questa condizione in altre case series che la riportano.	L'osteochondrosi dei cuneiformi è una patologia rara e autolimitante. Anche se alcuni casi riportati sono stati persi al follow-up, la guarigione clinica e radiografica è avvenuta in tutti i casi indipendentemente dal trattamento (FANS e modificazione dell'attività eventualmente associati a supporti dell'arco plantare, gessi a gambaleto e ortesi). Il trattamento chirurgico non è considerato. Il tempo di guarigione clinica è in genere da 2 settimane a 4 mesi. I reperti radiografici sono di solito patognomonici e sufficienti per la diagnosi.
Al- Ashhab et al. <b><i>A simple surgical technique for treatment of Freiberg's disease</i></b> The Foot, 2013 (41)	Case series	Valutare gli outcome di un intervento di sbrigliamento associato a sinovectomia e closing wedge osteotomy con fissazione con punti per il trattamento di FD in 10 pazienti di sesso femminile di età dai 14 i 24 anni.	I punteggi alla scala LMPI (Lesser Metatarso-Phalangeal-Interphalangeal Scale) al follow up finale hanno mostrato miglioramenti. Questo intervento è risultato semplice, con complicazioni non rilevanti e buoni risultati operatori, quindi può essere utile per il trattamento di questa patologia.
Kaya et al. <b><i>Long-term functional and sonographic outcomes in Osgood-Schlatter disease</i></b> Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2013 (42)	Studio di coorte	Valutare le caratteristiche ecografiche, gli aspetti funzionali e la qualità di vita in un gruppo di 18 adolescenti dai 13 ai 16 anni con una diagnosi di OSD e comparare questi aspetti con un gruppo di controllo formato da 14 coetanei sani.	Dopo 2 anni dalla diagnosi, il 38.9% dei pazienti con OSD ha avuto un recupero completo per quanto riguarda i reperti ecografici, e le caratteristiche del tendine patellare erano simili a quelle dei controlli sani. I miglioramenti funzionali ottenuti dopo 2 anni dai pazienti sono stati nella coordinazione e salto in lungo, mentre la forza e l'endurance non hanno raggiunto i livelli dei controlli sani.
Nakase et al. <b><i>Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players</i></b> Knee Surgery, Sports	Studio cross-sectional	Valutare gli stadi ecografici dello sviluppo della tuberosità tibiale e le caratteristiche fisiche dei 100 soggetti esaminati (calcianti di sesso maschile dai 10 ai 15 anni)	Con lo sviluppo della tuberosità tibiale aumenta l'altezza dei soggetti e la lunghezza del femore, come aumenta anche la tensione del quadricipite e la forza generata in flessione ed estensione. Invece diminuisce la tensione degli ischio-crurali. Questi cambiamenti risultano essere dei fattori predisponenti nella

Traumatology, Arthroscopy, 2012 (43)			patogenesi dell'OSD.
Kim et al. <b>Modified Weil Osteotomy for the Treatment of Freiberg's Disease</b> Clinics in Orthopaedic Surgery, 2012 (44)	Studio di coorte	Valutare gli outcome clinici (VAS, AOFAS-LMPI) di una osteotomia modificata nel trattamento di 19 pazienti con FD a un follow up medio di 71,6 mesi.	Ci sono stati miglioramenti significativi alle scale VAS e AOFAS-LMPI all'ultimo follow up, senza differenze particolari fra i casi in uno stadio precoce e quelli in stadio avanzato di FD. Il 95% dei pazienti è stato soddisfatto e ha riportato risultati buoni o eccellenti nella riduzione di dolore e recupero della funzione.
Abou el Soud et al. <b>Prevalence of osteochondritis among preparatory and primary school children in an Egyptian governorate</b> Rheumatology International, 2012 (45)	Studio cross-sectional	Descrivere la prevalenza di osteocondrite* in un totale di 16060 bambini delle scuole elementari e medie in un governatorato egiziano.  *con osteocondrite l'autore indica tutti i quadri di osteocondrosi analizzati da questo elaborato.	SD e OSD sono le condizioni maggiormente riscontrate, in modo significativamente più frequente delle altre tipologie di osteocondrite*. Il numero di pazienti maschi affetti era significativamente più alto delle femmine, e il l'età di picco era maggiore nei casi di FD, seguiti da OSD, SD e KD. La manifestazione bilaterale era rara, e storia di trauma, dolore localizzato e zoppia era riportata. La sclerosi radiografica è presente in gran parte dei casi.
Wait et al. <b>Van Neck Disease Osteochondrosis of the Ischiopubic Synchondrosis</b> Journal of Paediatric Orthopaedics, 2011 (46)	Studio diagnostico comparativo	Presentare una serie di 10 pazienti pediatrici con VND e compararli con un gruppo di 10 pazienti con osteomielite ischiopubica ematogena.	VND e osteomielite hanno simili presentazioni cliniche, ma l'assenza di febbre, la zoppia, il dolore con la rotazione di anca, l'elevata PCR e ESR agli esami di laboratorio ed una batteriemia negativa possono aiutare a differenziarle. Il trattamento della VND è conservativo, con l'attesa della remissione spontanea dei sintomi.
Tsuda et al. <b>Osteochondral Autograft Transplantation for Advanced Stage Freiberg Disease in Adolescent Athletes - A Report of 3 Cases and Surgical Procedures</b> The American Journal of Sports Medicine, 2011 (47)	Case series	Riportare 3 casi di atleti adolescenti con FD in stadio avanzato trattati con trapianto osteocondrale autologo.	Ad un follow-up di 24-26 mesi sono stati rilevati miglioramenti nella AOFAS e il ritorno allo sport è avvenuto a 10-12 settimane dall'intervento, senza complicazioni ne' al livello del sito operato sia a livello del sito donatore del tessuto trapiantato.
Topol et al. <b>Hyperosmolar Dextrose Injection for Recalcitrant Osgood-Schlatter Disease</b> Pediatrics, 2011 (48)	Studio randomizzato controllato	Esaminare il potenziale delle iniezioni di destrosio rispetto a quelle di lidocaina e al trattamento usuale nella riduzione di alterazioni e sintomi durante l'attività sportiva in	C'è maggiore efficacia nella riduzione dei sintomi per il trattamento con infiltrazioni rispetto al trattamento usuale. Sembra aver avuto migliori esiti l'infiltrazione combinata di destrosio e lidocaina, che è risultata un'opzione sicura e ben tollerata con

		65 ginocchia di atleti con OSD non risolta.	un recupero più rapido e frequente rispetto al trattamento usuale.
Rachel et al. <b><i>Is Radiographic Evaluation Necessary in Children With a Clinical Diagnosis of Calcaneal Apophysitis (Sever Disease)?</i></b> Journal of Pediatric Orthopaedics, 2011 (49)	Studio cross-sectional	Valutare il bisogno della valutazione radiografica in 98 pazienti di età media 10.8 anni con una diagnosi clinica di SD.	I ritrovamenti anormali visti nel 5.1% dei partecipanti allo studio erano correlati a patologie più gravi della SD. Anche se la diagnosi della SD è possibile anche solo clinicamente, è quindi opportuno approfondire la valutazione clinica attraverso l'utilizzo di tecniche radiografiche per escludere eventuali patologie gravi.
Kodali et al. <b><i>Anterior Knee Pain in the Young Athlete-Diagnosis and Treatment</i></b> Sports Medicine and Arthroscopy, 2011 (50)	Narrative review	Discutere le cause più comuni di dolore anteriore di ginocchio nel giovane atleta, fra cui le osteocondrosi, descrivendo diagnosi e gestione dei vari disordini.	L'eziologia del dolore anteriore di ginocchio nel giovane atleta può essere condotta con successo anche solo clinicamente; la gestione è quasi sempre conservativa e una modifica delle attività può essere utile nel velocizzare la remissione dei sintomi.
Falciglia et al. <b><i>Osgood Schlatter Lesion: Histologic Features of Slipped Anterior Tibial Tubercle</i></b> International Journal of Immunopathology and Pharmacology, 2011 (52)	Studio osservazionale	Riportare le caratteristiche istologiche dell'area della tuberosità tibiale nelle diverse fasi di OSD attraverso uno studio istologico su 13 pazienti con OSD.	La lesione da OSD si verifica nella fase precoce dello stadio apofisario dello sviluppo della tuberosità tibiale, e lo scivolamento prossimale dell'inserzione del tendine patellare è progressivo. È stata osservata una lesione della fibrocartilagine anteriore al centro di ossificazione, associata a tessuto riparativo.
Atanda et al. <b><i>Osteochondrosis: Common Causes of Pain in Growing Bones</i></b> American Family Physician, 2011 (9)	Narrative review	Descrivere le principali tipologie di osteocondrosi.	Descrizione delle caratteristiche cliniche, epidemiologiche, diagnostiche e di gestione di Legg-Calvé-Perthes Disease, OSD, SLJD, SD, FD, KD, Apofisite dell'epicondilo mediale, Panner Disease e Scheuermann Disease.
Tuong et al. <b><i>Get a kick out of this: the spectrum of knee extensor mechanism injuries</i></b> British Journal of Sports Medicine, 2010 (53)	Narrative review	Descrivere la normale presentazione su diverse modalità di imaging dell'anatomia e variabilità dell'apparato estensore del ginocchio; diagnosticare un ampio spettro di lesioni fra cui OSD e SLJD; evidenziare il ruolo dell'imaging nella diagnosi di tali lesioni.	In OSD la diagnosi è clinica e l'imaging è utile per escludere patologie gravi in casi dubbi, mentre è più rilevante nel SLJD. In OSD spesso basta una radiografia che evidenzia gonfiore dei tessuti molli anteriori alla tuberosità tibiale ed eventualmente frammentazione dell'apofisi (che può anche essere normale), mentre in SLJ si nota un edema del midollo osseo nella rotula.
Kose et al. <b><i>Can we make a diagnosis with radiographic examination alone in calcaneal apophysitis</i></b>	Studio diagnostico comparativo	Indagare la possibilità di diagnosi solo radiografica di SD confrontando le diagnosi di due ortopedici su 80 ragazzi (50 con SD e 30 sani) fatte senza	L'accordo interoperatore e intraoperatore nella diagnosi radiografica di SD è risultato essere basso: l'identificazione unicamente radiologica di SD non sembra essere affidabile.

<b>(Sever's disease)?</b> Journal of Pediatric Orthopaedics, 2010		informazioni cliniche in due occasioni per ogni radiografia.	
Gillespie <b>Osteochondroses and Apophyseal Injuries of the Foot in the Young Athlete</b> Current Sports Medicine Reports, 2010 (7)	Narrative review	Fornire una panoramica delle più comuni lesioni scheletriche del piede nell'atleta pediatrico (FD, SD, KD, ID)	Le lesioni del piede sono comuni nell'atleta pediatrico, e diagnosi adeguata con controllo dei sintomi, immobilizzazione, modifica delle attività ed appropriata riabilitazione hanno un ruolo chiave nel ritorno allo sport in sicurezza e tempi adeguati.
Ducher et al. <b>Ultrasound imaging of the patellar tendon attachment to the tibia during puberty: a 12-month follow-up in tennis players</b> Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 2010 (54)	Studio di coorte	Indagare l'aspetto ecografico dell'inserzione del tendine patellare durante l'età puberale in 28 tennisti di età media 13 anni con o senza OSD attraverso valutazioni ecografiche bilaterali alla baseline e a 1 anno da essa.	Le caratteristiche ecografiche comunemente interpretate come OSD (ampie regioni ipoecogene e frammenti ossei dispersi nel tendine rotuleo) erano presenti comunemente anche nelle ginocchia asintomatiche. Questo indica la scarsa utilità dell'ecografia nella diagnosi di OSD, che è principalmente clinica.
Doyle et al. <b>Osteochondroses: a clinical review for the pediatrician</b> Current Opinion in Pediatrics, 2010 (8)	Narrative review	Fornire ai pediatri una revisione della varietà di osteocondrosi che colpiscono bambini e adolescenti.	Non è presente un piano di trattamento adeguato per tutti i pazienti con osteocondrosi, data l'eterogeneità di manifestazioni cliniche, siti colpiti e prognosi; quasi sempre il trattamento è conservativo, ma se questo fallisce è necessario un intervento chirurgico.
De Lucena et al. <b>Prevalence and Associated Factors of Osgood-Schlatter Syndrome in a Population-Based Sample of Brazilian Adolescents</b> The American Journal of Sports Medicine, 2010 (55)	Studio cross-sectional	Descrivere il profilo epidemiologico e i fattori associati ad individui con OSD in una popolazione di 956 adolescenti brasiliani dai 12 ai 15 anni.	La prevalenza di soggetti con OSD era del 9,8% (11% maschi e 8,3% femmine). Si è visto che l'accorciamento del retto femorale e la pratica di attività sportiva regolare sono fattori associati alla presenza di OSD.
Davis <b>Imaging Pediatric Sports Injuries: Lower Extremity</b> Radiology Clinics of North America, 2010 (2)	Narrative review	Descrivere le caratteristiche alla risonanza magnetica delle principali patologie da overuse dell'arto inferiore in età pediatrica legate all'attività sportiva.	Le apofisiti da trazione si verificano in tutte le articolazioni maggiori, e OSD e SLJD sono quelle più frequenti.
Kose <b>Do we really need radiographic assessment for the diagnosis of non-specific heel pain (calcaneal apophysitis)</b>	Studio cross-sectional	Valutare 61 pazienti con diagnosi di SD per verificare il rendimento effettivo delle radiografie al piede che vengono effettuate di routine.	La maggior parte delle radiografie rivalutate sono state considerate nella norma, per cui né la sclerosi né la frammentazione dell'apofisi sono segni patognomonicamente di SD: le radiografie in una fase di prima

<p><i>in children?</i> Skeletal Radiology, 2009 (56)</p>			diagnosi non sono quindi giustificate.
<p>Dupuis et al. <b><i>Injuries and Conditions of the Extensor Mechanism of the Pediatric Knee</i></b> RadioGraphics, 2009 (57)</p>	Narrative review	Descrivere le funzioni base e i meccanismi dell'apparato estensore, le categorie di lesione che colpiscono tale sito in età pediatrica e identificarle attraverso radiografie o risonanza magnetica.	Descrizione delle funzioni base e i meccanismi dell'apparato estensore, le categorie di lesione che colpiscono tale sito in età pediatrica e modalità di identificazione attraverso radiografie o risonanza magnetica
<p>Scharfbillig et al. <b><i>Sever's disease—Does it effect quality of life?</i></b> The Foot, 2008 (58)</p>	Studio cross-sectional	Determinare se il SD produce veramente una variazione della qualità di vita in 67 pazienti con OSD, comparati con 236 sani coetanei.	I risultati alle scale riguardanti felicità, soddisfazione con i sintomi e dolore/comfort (tratte dal questionario POSNA) hanno mostrato che il SD ha un effetto tangibile sulla qualità di vita dei soggetti affetti e merita l'attenzione dei professionisti sanitari.
<p>Lau et al. <b><i>Common Lower Limb Sports-Related Overuse Injuries in Young Athletes</i></b> Skeletal Radiology, 2008 (5)</p>	Studio retrospettivo	Evidenziare gli aspetti epidemiologici delle lesioni da overuse legate allo sport in età pediatrica fra i pazienti pediatrici presentatisi dal 2002 al 2007 nel reparto di ortopedia di alcuni ospedali coreani.	Le patologie da overuse sono molto comuni fra i bambini e gli adolescenti: sono stati rilevati 506 casi, e le lesioni riportate sono avulsione della SIAS, OSD, SLJD, osteocondrite dissecante e SD.
<p>Weiss et al. <b><i>Surgical Treatment of Unresolved Osgood-Schlatter Disease - Ossicle Resection With Tibial Tubercleplasty</i></b> Journal of Pediatric Orthopaedics, 2007 (59)</p>	Studio osservazionale	Valutare gli outcome funzionali di un intervento di resezione dei frammenti ossei e plastica riparativa della tuberosità tibiale in 16 casi di OSD non risolta conservativamente.	12 pazienti sono tornati ai livelli preoperatori di attività fisica e sport, 2 solo parzialmente e 1 per nulla. Gli autori raccomandano l'intervento chirurgico, dopo la maturità scheletrica, in caso di OSD non risolta.
<p>Cassas et al. <b><i>Childhood and Adolescent Sports-related Overuse Injuries</i></b> American Family Physician, 2006 (60)</p>	Narrative review	Descrivere le principali lesioni da overuse legate all'attività sportiva nella popolazione in età pediatrica e adolescenziale.	Descrizione delle caratteristiche cliniche, della patofisiologia, diagnosi e gestione di Little Leaguer's Shoulder, Little Leaguer's Elbow, Spondilolisi, OSD e SD.
<p>Ishikawa <b><i>Conditions of the Calcaneus in Skeletally Immature Patients</i></b> Foot and Ankle Clinics of North America, 2005 (61)</p>	Narrative review	Descrivere l'anatomia e lo sviluppo del calcagno e le condizioni patologiche che colpiscono il calcagno in pazienti con scheletro immaturo.	Il SD è autolimitante, è la causa più comune di dolore al calcagno nei bambini e può essere trattata con successo con varie modalità conservative. Altre possibili cause di dolore al calcagno sono fratture calcaneari, cisti ossee e osteomielite.

Hendrix <b>Calcaneal apophysitis (Sever disease)</b> Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, 2005 (62)	Narrative review	Descrivere le caratteristiche cliniche, la diagnosi e le modalità di trattamento del SD.	SD è causato da trauma ripetitivo da trazione del tendine di Achille sull'apofisi calcaneale in crescita. È più comune in maschi di 10-12 anni sportivi. SD dà dolore localizzato all'inserzione del TdA , che può interferire con l'attività quotidiana e sportiva. La diagnosi è clinica e l'imaging esclude cause più gravi di dolore al calcagno. È autolimitante e risponde bene al trattamento conservativo.
Gigante et al. <b>Increased external tibial torsion in Osgood Schlatter disease</b> Acta Orthopaedica Scandinavica, 2003 (63)	Studio caso-controllo	Studiare la relazione fra OSD e anomalie torsionali dell'arto inferiore in 21 ragazzi con OSD confrontati con 20 coetanei sani.	L'aumento di torsione esterna della tibia (presente nei pazienti e non nei controlli) può essere predisponente allo sviluppo di OSD in atleti maschi, ma non ci sono state differenze significative fra i gruppi in antiversione femorale, angolo di tilt patellare e distanza tuberosità tibiale-solco trocleare.
Adirim et al. <b>Overview of Injuries in the Young Athlete</b> Sports Medicine, 2003 (6)	Narrative review	Descrivere l'epidemiologia e la patofisiologia delle lesioni del giovane sportivo, elencare le più comuni patologie appartenenti a questa categoria e le relative modalità di gestione e prevenzione.	Un sempre maggiore numero di bambini partecipa a sport organizzati, che predispongono però a un maggiore rischio di lesioni, per cui necessitano di adeguata attenzione medica e gestione dell'attività sportiva con equipaggiamento e allenamento adeguato.
Volpi et al. <b>The major traumas in youth football</b> Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy. 2003 (64)	Studio di coorte	Analizzare i traumi avvenuti in una squadra di calcio giovanile professionistica durante 4 anni di follow up.	Dopo distorsioni e fratture, le osteocondrosi sono la lesione più frequente in questo campione, e il sito più lesionato è stato il ginocchio. Erano presenti più lesioni traumatiche che da overuse. Le osteocondrosi, fratture e avulsioni erano presenti in giocatori più giovani, mentre gli altri erano colpiti più da distorsioni, lesioni muscolari e tendinopatie.
Hirano et al. <b>Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease</b> Skeletal Radiology, 2002 (65)	Studio di coorte	Chiarificare la natura dell'OSD attraverso immagini alla risonanza magnetica in 22 ragazzi con OSD valutati almeno ogni 6 mesi per circa un anno e mezzo.	Il processo dell'OSD comincia dallo stadio apofisario e le lesioni appaiono nel Centro di ossificazione secondario per progredire a volte verso un frammento osseo. È difficile vedere l'avulsione alla radiografia prima della frammentazione, perciò la RM è utile nell'identificazione precoce di lesioni da OSD.
Duri et al. <b>The immature athlete</b> Clinics in Sports Medicine, 2002 (66)	Narrative review	Descrivere le lesioni acute e croniche dell'atleta con scheletro non maturo.	Descrizione degli aspetti patofisiologici, clinici, diagnostici e di trattamento di lesioni acute e lesioni croniche fra cui OSD e SLJD.

Mandell et al. <b>Scintigraphic  Manifestations of  Infraction of the Second  Metatarsal (Freiberg's  Disease)</b> Journal on Nuclear Medicine, 1987 (67)	Case series	Presentazione di due casi di FD e descrizione della manifestazione alla scintigrafia relativa a questa entità patologica.	In entrambi i casi il pattern scintigrafico rivela un difetto correlato all'esistenza di una necrosi avascolare, e in fase di rivascolarizzazione si nota un diffuso aumento di captazione.
---	-------------	---	--

**Tabella 4.**

OSD= Osgood Schlatter Disease; SLJD= Sinding Larsen Johansson Disease; SD=Sever Disease; KD = Kohler's Disease; FD = Freiberg's Disease; ID = Iselin Disease; VND = Van Neck Disease

Gli articoli sono stati letti e da essi sono state estrapolate le informazioni che sono presenti attualmente riguardo i principali quadri di osteocondrosi dell'arto inferiore a decorso autolimitante che caratterizzano la popolazione in età pediatrica: queste patologie sono state raggruppate e descritte per distretto (ginocchio, caviglia e piede, anca), e in ciascun capitolo sono state descritte nel dettaglio le patologie più frequenti e le loro caratteristiche e nominate le manifestazioni atipiche di osteocondrosi rilevate da alcuni case report.

## **DISCUSSIONE**

### **1. OSTEOCONDROSI DEL GINOCCHIO**

Le osteocondrosi del ginocchio sono una parte delle possibili patologie che rientrano nell'ampio spettro della diagnosi differenziale nel dolore anteriore di ginocchio presentato dai giovani atleti, che è una condizione molto comune, e in alcuni casi può portare anche ad un certo grado di disabilità. (30)

Come viene descritto nello studio prospettico di Barber Foss et al. del 2014, fra gli adolescenti sportivi le lesioni più comuni riguardano infatti proprio il distretto del ginocchio (73,9%), e le osteocondrosi del ginocchio, ovvero l'Osgood Schlatter Disease (OSD) e il Sinding Larsen Johansson Disease (SLJ), dopo la diagnosi di Sindrome Femoro-rotulea, sono le patologie con maggiore incidenza (rispettivamente 10,4% e 9%). (35) Questo studio prende in esame una popolazione di 268 atlete, e quindi interamente femminile, ma i dati riportati da altri studi confermano una maggiore incidenza dell'OSD rispetto alla SLJ nella popolazione pediatrica sportiva in generale. (50)

Un altro studio di Hall et al. del 2013 sempre su un ampio campione di 546 sportive adolescenti con dolore anteriore di ginocchio praticanti uno (189) o più sport (357) fra basket, calcio e pallavolo ha dimostrato che le osteocondrosi del ginocchio avevano un rischio relativo di manifestarsi quattro volte maggiore nel gruppo che si era specializzato in un unico sport rispetto a quelle che invece ne praticavano più di uno: anche questi risultati hanno delle limitazioni, ma sono trasferibili anche alla popolazione coetanea di sesso maschile. (32)

#### **1.1. Osgood Schlatter Disease**

L' Osgood Schlatter Disease è una situazione patologica documentata a partire dai primi anni del ventesimo secolo da Osgood e Schlatter, che avevano rilevato dolore localizzato alla tuberosità tibiale durante attività di salto e corsa in una popolazione di adolescenti che praticavano attività fisica. (18) Questa condizione è una causa comune di dolore anteriore di ginocchio, ed è infatti considerata una sindrome da overuse descritta come un'apofisite da trazione della tuberosità tibiale, risultante dallo stress

sull'inserzione del tendine rotuleo data dalla contrazione ripetitiva del quadricipite femorale. (11,12,28)

Il sito interessato dalla OSD è la tuberosità tibiale, che ha un processo di sviluppo che inizia già dalla vita fetale del bambino per arrivare ad ossificare durante l'adolescenza: essa compare durante la 12a -15a settimana di gestazione come un'estensione cartilaginea dell'epifisi prossimale della tibia, e dopo la nascita si sviluppa come struttura separata da essa. Dagli 11 ai 12 anni si sviluppa infatti un centro di ossificazione secondario a quello della tibia prossimale, posizionato nella porzione distale della tuberosità; questo comincia ad accrescersi prossimalmente fino a che la parte prossimale si fonde con l'epifisi e la parte distale si fonde con il corpo della tibia, portando nei 2 anni successivi all'ossificazione completa. La progressione di questo sviluppo ha tempistiche differenti fra i due sessi: come riporta lo studio di Vergara Amador et al. del 2016, a 10 anni d'età compare un centro di ossificazione nel 50% del campione di femmine e in solamente il 25% della controparte maschile, e la fusione dell'apofisi con l'epifisi tibiale comincia nelle femmine a 12 anni e si completa a 15, mentre nei maschi queste tempistiche sono ritardate (la fusione avviene fra i 15 e i 17 anni).(22) L'età in cui la tuberosità tibiale è più suscettibile agli stress è quindi differente fra maschi e femmine, e per questo motivo anche l'età a cui si manifestano i sintomi dell'OSD è diversa fra i due sessi.

L'OSD è una situazione che diventa sintomatica generalmente fra i 10 e i 14 anni, in pazienti in età pediatrica-adolescenziale perlopiù coinvolti in attività fisica regolare: il 21% della popolazione pediatrica sportiva è colpita da questa patologia, rispetto al 4.6% dei non sportivi.(8,9,18,55) Sembra che ad essere maggiormente colpito sia il sesso maschile, anche se in studi recenti sembra che non ci sia una differenza significativa fra la comparsa di malattia nei due sessi, visto l'aumento del coinvolgimento femminile nell'attività sportiva. In ogni caso l'età in cui si presentano i sintomi varia a seconda del sesso: per le femmine va dagli 8 ai 13 anni mentre per i maschi dai 10/12 anni ai 15. (18,55) Fino al 30% dei pazienti può avere un coinvolgimento bilaterale delle tuberosità tibiali. (9,18)

Il sintomo principale di cui il paziente lamenta è il dolore, che si presenta durante ed eventualmente anche subito dopo l'attività fisica e diminuisce con il riposo. È esacerbato principalmente da attività che sottopongono il quadricipite femorale a un grande carico, come la corsa e il salto, ma anche da pressioni dirette sulla tuberosità tibiale, come per esempio nell'inginocchiamento. Possono essere eventualmente presenti anche zoppia o un'andatura antalgica. Segni riscontrabili clinicamente sono gonfiore, dolorabilità locale da moderata a severa e prominente della tuberosità tibiale (in situazioni cronicizzate può essere palpabile un'irregolarità ossea della tuberosità). Spesso si rileva una tensione o accorciamento del quadricipite femorale e dei flessori di ginocchio, mentre non sono presenti limitazioni del Range of Motion (ROM) o instabilità. Può esserci in fase anamnestica una storia di trauma diretto durante sport come pallacanestro, pallavolo, ginnastica e calcio. (8,9,18,45)



**Figura 2. Prominenza della tuberosità tibiale in un caso di OSD sintomatico. (Launay et al., 2014)**

Le cause specifiche che portano alla genesi dell'OSD non sono ancora del tutto chiare, ma il fattore che con più forza è associato alla manifestazione di questa patologia è senz'altro la trazione ripetitiva del tendine patellare sull'apofisi tibiale in sviluppo, operata dalla contrazione del quadricipite.(8,9,11,18,28) È immediato quindi pensare che il primo fattore di rischio modificabile per la presentazione dell'OSD sia l'attività fisica intensa, specialmente relativa a sport come pallavolo, calcio e basket, in cui sono presenti contrazioni ritmiche e ripetitive ad alto carico del quadricipite femorale. Questa attività muscolare sembra causare a carico dell'apofisi tibiale delle microavulsioni, seguite da tentativi di riparazione che portano alla deposizione di ulteriore tessuto osseo che aumenta la prominente della tuberosità tibiale o frammentazione della stessa.(9,18,28) C'è quindi una perdita parziale della continuità della giunzione fra tendine rotuleo e osso in accrescimento, e questo causa l'inizio di un processo infiammatorio locale che può portare in seguito a tendinopatia rotulea; tuttavia gli studi istologici sul materiale proveniente dal sito apofisario affetto da OSD supportano un'eziologia di tipo traumatico e non di tipo infiammatorio. (18,52) Altro

fattore di rischio confermato dalla letteratura è lo stato di tensione/accorciamento del quadricipite femorale. (11,28) Lo studio cross-sectional di Nakase et al. del 2014 correla la forza e la flessibilità della muscolatura flessoria ed estensoria del ginocchio allo stadio di sviluppo della tuberosità tibiale individuato attraverso ecografia: quello che è emerso è che mano a mano che la tuberosità si sviluppa, la forza dei quadricipiti e degli ischiocrurali aumenta (in modo maggiore per la muscolatura estensoria) mentre la flessibilità aumenta per gli ischio-crurali e diminuisce per i quadricipiti. Questi cambiamenti possono essere una componente importante dell'eziologia dell'OSD. (43) Anche l'anatomia della rotula e l'allineamento femoro-rotuleo sono stati presi in considerazione come possibili fattori di rischio, anche se non è stata confermata nessuna differenza rilevante in questi parametri fra pazienti con OSD e individui sani. Nemmeno la morfologia della rotula, l'angolo di congruenza e di tilt rotuleo sono stati confermati come possibili fattori predisponenti, e anche fattori come l'antiversione femorale, la distanza troclea-tuberosità tibiale e l'angolo di torsione esterna della tibia sono parametri che influenzano il presentarsi di OSD. Nello studio di Gigante et al. Del 2003, l'angolo di torsione esterna della tibia è risultato maggiore in un gruppo di pazienti con OSD rispetto a soggetti sani o asintomatici, quindi potrebbe essere un fattore predisponente dato che cambiamenti in questo parametro potrebbero influire sull'aumento degli stress di taglio a carico della tuberosità tibiale; tuttavia questo non conferma alcuna relazione di causa/effetto con la presentazione della patologia. L'unico fattore che sembra essere correlato con l'OSD è la cosiddetta patella alta, ma non è chiaro se questa condizione possa essere un fattore predisponente o un effetto di tale patologia. (11,63)

Si tratta di un processo ad esordio graduale con dolore moderato e intermittente che può progredire fino ad essere severo e continuo. La sua principale caratteristica è che ha un decorso autolimitante, che nella maggior parte dei casi migliora gradualmente per concludersi con esito positivo al raggiungimento della maturità scheletrica. (8,9,18,42)

Pur avendo una facile diagnosticabilità clinica nel periodo sintomatico, non è facile identificare l'OSD precocemente, per cui alcuni autori hanno cercato di descrivere attraverso bioimmagini il decorso di questa patologia. Hirano et al. nel 2002 hanno

effettuato uno studio di coorte sottoponendo a RM una popolazione di adolescenti facenti parte di una squadra di calcio giapponese, per identificare meglio i cambiamenti patologici precoci che non sono visibili alla radiografia. In questo studio sono stati descritti gli stadi di sviluppo della tuberosità tibiale:

1. Stadio cartilagineo
2. Stadio apofisario: sono presenti centri di ossificazione (CO) nella tuberosità tibiale, e nella fase precoce di questo stadio la sequenza T2 pesata mostra un inizio di ossificazione, anche se nelle radiografie il centro di ossificazione non è visibile. Il CO secondario si allarga e si estende prossimalmente verso il CO dell'epifisi tibiale.
3. Stadio epifisario: i due CO si uniscono e crescono congiuntamente.
4. Stadio osseo: c'è la chiusura dei centri di accrescimento della tuberosità tibiale.

All'interno di questi stadi di sviluppo osseo si sviluppa l'OSD, che viene distinta dagli autori in 5 stadi:

- I. Stadio normale: normalità della risonanza magnetica ma presenza di sintomi.
- II. Stadio precoce: Non sono presenti avulsioni del CO secondario, ma risulta infiammazione attorno ad esso.
- III. Stadio progressivo: presenza di un'avulsione cartilaginea parziale del CO secondario.
- IV. Stadio terminale: esistenza di frammenti ossei separati.
- V. Stadio di guarigione: guarigione ossea della tuberosità tibiale senza frammenti ossei separati.

Il decorso dell'OSD che viene mappato in questo studio comincia a partire dalla comparsa del CO secondario durante lo stadio apofisario della maturazione tibiale. (65) Lo studio di Kaya et al. del 2003 invece ha comparato le caratteristiche ecografiche delle ginocchia, lo stato funzionale e la qualità di vita di pazienti affetti da OSD con un gruppo di coetanei sani. È emerso che all'ecografia si sono riscontrati 4 tipi di cambiamenti patologici: il primo di essi è un'ipoecogenicità della zona superficiale dell'apofisi, con tumefazione cartilaginea pretibiale ed elevazione del tendine patellare

dal bordo della tibia. In una fase più avanzata sono stati rilevati oltre a questi reperti una ipoecogenicità del centro di ossificazione, che risulta frammentato. Successivamente si è visto un ispessimento diffuso dell'inserzione del tendine rotuleo e una raccolta fluida nei tessuti molli retro -tendinei, ascrivibile ad una borsite infrapatellare. Durante i 2 anni di follow up, dopo cui la quasi totalità dei pazienti era guarita, si è visto che fra i tessuti non ossei, la parte che maggiormente subisce cambiamenti patologici è l'area distale del tendine patellare: essa subisce infatti ispessimento ma entro i 2 anni diminuisce il suo diametro e torna ad una fase di normalità come nelle ginocchia sane. (42) Sempre secondo lo studio di Kaya, a livello funzionale e di qualità di vita al momento della guarigione la quasi totalità dei soggetti con OSD torna ai livelli degli individui sani, eccetto che per quanto riguarda endurance e forza dell'arto inferiore; tuttavia non c'è stata comparazione fra prima e dopo la guarigione, ma solo fra malati e sani.

Generalmente i sintomi regrediscono spontaneamente entro circa 12 mesi dall'esordio al massimo, ma nonostante il decorso autolimitante e il trattamento, dati suggeriscono che dal 2 al 10% dei pazienti presenta sintomi persistenti in età adulta.(17,42)

La diagnosi è quindi essenzialmente clinica, dato che di solito l'anamnesi e l'esame fisico sono sufficienti per identificare la patologia, anche se è possibile una diagnosi differenziale con altri quadri muscoloscheletrici (Osteocondrite Dissecante, Sinding Larsen Johansson Disease, Sindrome Femororotulea, dislocazione o sublussazione della rotula, borsite della zampa d'oca). (9,18) Tuttavia le tecniche di imaging possono essere utili in caso di sintomatologia atipica



Figura 3. Radiografia di un caso di OSD sintomatico. (Tuong et al., 2010)

per escludere patologie gravi (fratture, neoplasie, osteomielite). (9,18) Le normali radiografie, pur non essendo sempre indicative di una presentazione sintomatica della patologia, possono mostrare gonfiore a carico dei tessuti molli anteriormente alla tuberosità tibiale e in stadi più avanzati la frammentazione della stessa. (9,18) La Risonanza Magnetica e l'Ecotomografia non sono di solito necessari, ma sono stati

utilizzati in alcuni studi recenti per descrivere lo sviluppo della patologia a partire dall'esordio o per valutare meglio anche lo stato del tendine rotuleo; tuttavia, come per i reperti radiologici, ciò che viene riscontrato in questo tipo di indagini non si riflette sempre nella presentazione di sintomi. (9,18,28,54)

Per quanto riguarda il trattamento di questa patologia, è noto che in primo luogo essa risponde molto bene alla modificazione dell'attività fisica: una riduzione o adattamento delle attività provocative è una procedura molto efficace per ridurre la sintomatologia dolorosa nell'immediato. Tuttavia è riconosciuto che anche lo svolgimento di un percorso riabilitativo aiuta nella remissione dei sintomi. Le proposte maggiormente condivise sono le seguenti:(8,9,18,59)

- Esercizi di stretching per la muscolatura dell'arto inferiore, specialmente del quadricipite
- Esercizi per migliorare la flessibilità dei muscoli dell'arto inferiore, in particolare quadricipite e ischio crurali
- Strap sottorotuleo
- FANS
- Ghiaccio
- Utilizzo di ortesi in caso di mal allineamenti dell'arto inferiore.
- Breve periodo di immobilizzazione per chi non è in grado di svolgere le ADL a causa della sintomatologia.

L'intervento riabilitativo ha un focus iniziale sullo stretching di quadricipite, ischio-crurali e tricipite surale, con rinforzo progressivo soprattutto degli ischio-crurali; inizialmente il rinforzo del quadricipite è evitato perché può aumentare gli stress locali a carico della tuberosità tibiale.(50)

Anche il trattamento infiltrativo viene preso in considerazione, anche se non è considerato un'opzione di primo intervento: le infiltrazioni di corticosteroidi a livello del tendine patellare sembrano ridurre i sintomi, ma sono state studiate anche le infiltrazioni di lidocaina con aggiunta di destrosio a confronto con la sola lidocaina e con la terapia conservativa normale. Ciò che si è visto è che in caso di OSD recalcitrante il

connubio di lidocaina e destrosio è più efficace della sola lidocaina o delle terapie normali per quanto riguarda rapidità di remissione dei sintomi durante l'attività sportiva, oltre ad essere una soluzione sicura e accettata dai pazienti. (18,48)

Il trattamento chirurgico è raramente indicato per la cura dell'OSD in popolazione di età pediatrica o adolescenziale, mentre è d'uso in pazienti con sintomatologia persistente nonostante il raggiungimento della maturità scheletrica o il trattamento conservativo: infatti in uno studio retrospettivo di Weiss et al. Del 2007, in cui sono stati reclutati dei pazienti (età media 17 anni) operati con rimozione del frammento osseo e riparazione dell'inserzione del tendine patellare, si è visto che questi pazienti erano solo il 2% delle persone a cui è stata diagnosticata l'OSD in 15 anni all'interno del centro medico che forniva i dati. (8,9,18,59)

Sono riportate varie procedure chirurgiche, a cielo aperto o in artroscopia. Le cosiddette "open procedures" portano a buoni risultati in termini di remissione dei sintomi e ripresa dell'attività sportiva entro 12 settimane dall'intervento. La procedura più usata e ritenuta migliore in questo gruppo è quella della rimozione del frammento osseo, seguita dalla resezione della prominenza della tuberosità tibiale. Non sono raccomandate invece la fissazione della tuberosità tibiale alla metafisi o la perforazione della tuberosità, dato che sembrano essere procedure che promuovono la fusione prematura dell'apofisi con la diafisi tibiale. Questo tipo di procedure deve essere seguito da una temporanea restrizione di mobilità attiva in flessione-estensione di ginocchio (3-4 settimane per permettere la guarigione della giunzione osteo-tendinea), e in seguito si può procedere con la mobilità attiva ed il rinforzo della muscolatura del ginocchio. (18,59) La cosiddetta "closing wedge osteotomy" appartiene a questo gruppo di interventi, e sembra che in seguito ad opportuna riabilitazione sia stato raggiunto in un limitato campione di pazienti un buon risultato in termini di riduzione del dolore e della prominenza ossea e miglioramento della funzionalità, con un ritorno allo sport avvenuto in media dopo 13 settimane dall'intervento.(14) Le procedure artroscopiche o bursoscopiche hanno tuttavia il vantaggio di non essere altrettanto invasive e per questo sono maggiormente raccomandate: hanno infatti un recupero più rapido, dato che il ROM e il carico concessi sono immediatamente completi, e anche

l'impatto della cicatrice dell'intervento è decisamente minore rispetto alle *open procedures*. (18)

Non si parla molto di prevenzione dell'OSD, tuttavia sarebbe opportuno, nell'ambito sportivo in età pediatrica e adolescenziale, creare un programma di allenamento e competizione che non dia un carico eccessivo per la fase di crescita in cui si trovano i partecipanti. In particolare sarebbe necessario inserire negli allenamenti un programma di esercizi e di stretching per migliorare la flessibilità della muscolatura dell'arto inferiore, e in particolare del quadricipite femorale, per diminuire il rischio di presentazione di tale patologia. (28,55)

### **1.2. Sinding Larsen Johansson Disease**

Questa condizione, descritta a partire dagli anni '20 da Sinding-Larsen e Johansson, è molto simile all'OSD, ed è un'osteochondrosi che interessa il polo inferiore della rotula, nel punto di inserzione prossimale del tendine patellare. È una causa comune di dolore anteriore al ginocchio fra gli adolescenti: gli individui affetti da SLJD sono perlopiù di sesso maschile, hanno di solito fra i 10 e i 13/14 anni e sono spesso coinvolti in attività sportiva intensa. (9,13) La patologia può presentarsi anche bilateralmente. (13)

I sintomi con cui i pazienti si presentano sono dolore anteriore al ginocchio, esacerbato o aggravato dalla contrazione del quadricipite in attività come il salto, o da pressione diretta sul polo inferiore della rotula. Spesso è presente anche limitazione funzionale. (9,13,50)

Come per l'OSD, il fattore che sembra essere alla base di questa manifestazione patologica è l'azione ripetitiva e stressante della contrazione del quadricipite a cui il polo inferiore della rotula deve far fronte durante la vita di un giovane sportivo: questa trazione causa infiammazione all'inserzione prossimale del tendine patellare, e ciò porta al manifestarsi di segni come gonfiore, danno cartilagineo, ispessimento tendineo e frammentazione del polo inferiore della rotula.

Essendo causata da stress cronici, l'esordio dei sintomi tende ad essere graduale, tuttavia spesso la SLJD si manifesta in seguito o a un periodo di stress ripetitivi o di crescita rapida o anche dopo un trauma diretto. (13,30,53)

La diagnosi è principalmente clinica, e si basa sulla raccolta anamnestica (modalità di presentazione dei sintomi, esordio solitamente graduale) e sui segni rilevabili con l'esame obiettivo (dolore alla palpazione del polo inferiore della rotula, gonfiore dei tessuti molli circostanti). (9,13,50) Tuttavia in alcuni studi viene sottolineata l'importanza di radiografia, ecografia e risonanza magnetica per escludere possibili altre cause più gravi e per confermare la diagnosi. I reperti radiografici possono rientrare nella normalità nelle fasi iniziali della malattia, mentre in stadi più



**Figura 4. Ispezzimento e iperintensità di segnale del tendine rotuleo e ossificazione irregolare del polo rotuleo inferiore in caso di SLJD. (Tuong et al.,**

avanzati possono essere visibili gonfiore dei tessuti molli circostanti e calcificazioni di una porzione avulsa del polo rotuleo inferiore oppure anche una calcificazione o ossificazione del tendine patellare nella sua inserzione prossimale. (9,50,57) Alcune fonti riportano addirittura una sorta di stadiazione della patologia attraverso studi radiografici: il decorso della SLJD viene suddiviso in fase I (radiografie normali), II (presenza di calcificazioni irregolari nel polo distale della rotula), IIIa (calcificazioni fuse nel polo distale della rotula) e IIIb (presenza di frammento osseo calcificato separato dalla rotula).(20) I reperti ecografici possono essere utili per evidenziare edema, frammentazione del polo inferiore della rotula, ispessimento del tendine patellare e borsite. (13,30) Anche alla risonanza magnetica è visibile principalmente la caratteristica dell'edema al polo inferiore della rotula, nella porzione prossimale del tendine patellare e nei tessuti molli adiacenti. (57)

La SLJD è una condizione patologica a decorso autolimitante, e i sintomi si risolvono di solito entro i 10-12 mesi dall'esordio o comunque al raggiungimento della maturità scheletrica, termine oltre cui la manifestazione di sintomi persistenti è estremamente rara. (9,50)

Per quanto riguarda il trattamento, la poca letteratura presente a riguardo della SLJD è concorde sul fatto che la risoluzione dei sintomi sia raggiungibile attraverso la modificazione dei carichi e dell'attività sportiva, l'utilizzo di FANS e ghiaccio e l'intervento fisioterapico. In particolare sono ritenuti utili esercizi per migliorare la flessibilità di ischio-crurali, quadricipite e tricipite surale. L'immobilizzazione è necessaria solo in casi con sintomi particolarmente severi, e la chirurgia è indicata solo rarissimamente: un articolo cita la presenza di un singolo case report che descrivesse il caso di un giovane adulto con sintomi di SLJD recalcitranti risolti con intervento chirurgico. (9,20,50)

## **2. OSTEOCONDROSI DEL PIEDE**

Fra le lesioni dell'atleta, il piede è il terzo distretto più comunemente colpito ed è causa di interruzioni nell'attività sportiva, dopo ginocchio e caviglia; per i giovani atleti, le lesioni a piede e caviglia sono la seconda ragione più frequente a giustificare delle visite mediche.

In questo panorama, osteocondrosi e apofisiti sono due condizioni molto comuni nel giovane atleta: la patologia più frequente è senz'altro l'apofisite calcaneare o Sever's Disease, seguita da Freiberg Disease, Köhler Disease e la più rara Iselin Disease. (7)

### **2.1. Sever's Disease**

Il Sever's Disease o apofisite calcaneare viene descritta per la prima volta nel 1912 da dottor James Warren Sever: in origine era considerata un'infiammazione dell'apofisi calcaneare, ma ora la sua definizione più accettata è quella di lesione cronica dovuta a overuse, causata dall'applicazione di stress eccessivi sull'apofisi non ancora ossificata da parte del tricipite surale. (61,62)

Il sito colpito da questa patologia è l'apofisi calcaneare, composta principalmente da fibrocartilagine, che comincia il suo sviluppo da uno dei centri di ossificazione del calcagno visibile alle radiografie di solito dai 7-9 anni d'età e completamente sviluppato fra i 15 e i 17 anni. L'apofisi calcaneare, a causa della sua direzione verticale e della

trazione da parte del potente gruppo muscolare del tricipite surale che vi si inserisce, è soggetta a forti stress di taglio, ed è proprio in questo periodo di sviluppo che questo sito diventa ancora più suscettibile a queste forze. (61,62)

È una condizione comune nella popolazione di età pediatrica di età compresa generalmente fra i 10 e i 12-15 anni, specialmente quella impegnata in attività sportiva. Sembra essere maggiormente presente nel sesso maschile, anche se con l'aumento del coinvolgimento femminile nello sport, si sta verificando più frequentemente anche nelle bambine dagli 8 ai 10-13 anni. (37,61,62) Si può presentare su un solo calcagno o anche bilateralmente, ma non è chiaro se sia più o meno frequente la presentazione bilaterale.(31)

La sintomatologia tipica con cui si presenta un paziente affetto da SD consiste essenzialmente in dolore ad uno o entrambi i talloni nell'area di inserzione del tendine d'Achille (TdA) durante la corsa, salto e/o il cammino, che si presenta specialmente durante l'attività sportiva. Spesso il dolore può essere così severo da far zoppiare il bambino anche dopo l'attività provocativa. (58,61,62)

I pazienti affetti da SD riportano una diminuzione della propria qualità di vita: lo studio di Scharfbillig et al. del 2009 ha individuato in un gruppo di bambini con SD rispetto a un gruppo di sani una ridotta qualità di vita, valutata attraverso le sottoscale del *Pediatric Musculoskeletal Functional Health Questionnaire* relative a soddisfazione del paziente, dolore/comfort, felicità, sport e funzionalità fisica. Ne emerge che i soggetti con SD hanno maggior dolore e discomfort e sono meno soddisfatti e meno felici. Questa patologia ha quindi un effetto reale e tangibile sulla qualità di vita dei pazienti e dovrebbe essere trattato nella maniera più efficiente ed efficace possibile. È quindi opportuno secondo l'autore agire con un intervento attivo invece di chiedere semplicemente di sospendere l'attività sportiva. (58) Uno studio longitudinale di James et al. del 2016 ha valutato invece la percezione della qualità di vita in bambini affetti da SD e nei loro genitori attraverso l'*Oxford Ankle and Foot Questionnaire for Children*: viene riportato che inizialmente i genitori percepiscono un maggiore impatto della SD sulla qualità di vita rispetto ai bambini, anche se all'ultimo follow up a 12 mesi dalla baseline c'è stata una convergenza fra i due punti di vista. Nonostante siano dati di

bassa valenza statistica, l'autore sostiene l'importanza di valutare l'impatto della SD dai due diversi punti di vista. (23)

Non c'è accordo su una causa certa che da sola porti alla manifestazione dei sintomi dell'apofisite calcaneare, tuttavia sono stati identificati una serie di possibili fattori predisponenti: il fattore che sembra essere maggiormente associato alla presentazione di SD è la trazione ripetitiva data dal tricipite surale per esempio durante attività sportiva intensa o ad alto impatto.

Altri fattori di rischio suggeriti sono:

- Alterazioni biomeccaniche del piede: l'iperpronazione sembra essere il fattore preso maggiormente in considerazione, secondo la teoria che il piede pronato aumenta la tensione a carico della fascia plantare e del TdA. Nonostante il piede pronato sia un reperto frequente, non c'è la conferma che ciò sia realmente predisponente per il SD. (31,34,61,62)
- Tensione o rigidità del complesso gastrocnemio-soleo-TdA, che può essere la causa di una ridotta mobilità di caviglia in dorsiflessione, caratteristica rilevata frequentemente in bambini con SD.
- Eccessive forze di impatto a carico del calcagno: l'inadeguatezza delle calzature e la corsa su superfici dure aumentano le forze di reazione al contatto del piede con il suolo durante le attività di corsa, cammino e salto. (31,62)
- Obesità (aumentato peso o BMI) sembra essere predisponente, probabilmente per il fatto che aumenti le forze di impatto sul calcagno durante il contatto col suolo.(31)

Altri fattori associati al dolore da SD, ma senza certezza sul rapporto di causalità, sono stati proposti dallo studio di James et al. del 2015, e sono:

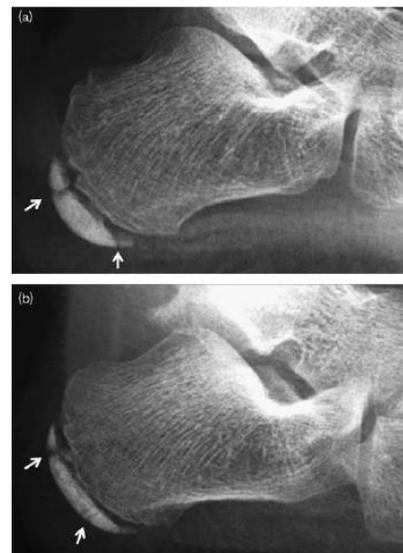
- Una maggiore altezza del soggetto, che sembra essere associata alla presenza di SD;
- L'età del paziente: più l'età del bambino è alta e più aumenta il tempo di permanenza dei sintomi, maggiore sembra essere la sintomatologia dolorosa. (31)

Uno studio di Becerro et al. del 2014 invece compara fra un gruppo di soggetti con SD e uno di sani i valori di pressione plantare, area di contatto del piede e distribuzione del peso corporeo fra i due arti inferiori: sono stati rilevati maggiori valori di pressione plantare statica e dinamica e maggiori percentuali di peso corporeo sopportato dall'arto inferiore nei piedi sintomatici rispetto ai sani. Tuttavia anche qui non è chiaro se questa associazione debba essere considerata una causa o un effetto del SD. (34)

Questa condizione comincia a manifestarsi prima o durante il picco di crescita del bambino, e spesso si presenta poco dopo l'inizio di una nuova attività sportiva o di una nuova stagione sportiva. (62) I sintomi possono interferire con la partecipazione allo sport anche per diversi mesi, e nello studio di James et al. del 2015 il tempo medio che passava dall'esordio dei sintomi all'inizio del trattamento era di 10 mesi circa. Tuttavia se viene cominciato un trattamento, le tempistiche riportate per il ritorno allo sport sono dalle 2 settimane ai 2 mesi. (31,61,62)

In ogni caso il SD è una patologia a decorso autolimitante, e i sintomi hanno nella grandissima maggioranza dei casi una risoluzione spontanea al raggiungimento della maturità scheletrica. (58,61,62) Per questo il trattamento ha il suo focus nella riduzione del dolore che interferisce con le attività.

Tutti gli studi presi in considerazione sono d'accordo sul fatto che la diagnosi di SD sia essenzialmente clinica: con un'anamnesi accurata è necessario escludere traumi precedenti, lesioni penetranti, e infezioni, e si procede poi con l'esame obiettivo. Esclusi con quest'ultimo crepitii e instabilità articolari, deformità e perdite di articularità, la prosecuzione della valutazione clinica è sufficiente per fare diagnosi e progettare il trattamento. All'anamnesi oltre ai sintomi tipici il paziente può riferire che il dolore è alleviato dal cammino sulle punte.



**Figura 5. Reperti radiografici simili in un caso di SD (immagine superiore) e in un bambino asintomatico (immagine inferiore). (Kose et al., 2010)**

I segni che si rilevano alla valutazione sono dolorabilità locale alla pressione dell'inserzione del TdA sulla tuberosità calcaneare e positività dello squeezing test (dolore alla compressione mediale e laterale dell'apofisi calcaneare), che ha un'alta sensibilità e specificità. (56,61,62) Anche per quanto riguarda l'utilizzo di tecniche radiologiche nella diagnosi di SD la letteratura è concorde sull'utilità delle bioimmagini per escludere la presenza di cause più gravi di dolore al calcagno, mentre a scopi puramente diagnostici non vengono considerate necessarie. Questo perché i reperti radiografici del SD (aumento della densità e frammentazione dell'apofisi) non sono patognomonici, e possono essere trovati comunemente anche nelle radiografie di individui sani. Per di più, l'interpretazione delle immagini radiografiche è soggetta a variazioni intra- e inter-operatore. (49,51,56,61,62) TC e Risonanza Magnetica hanno lo stesso valore delle immagini radiografiche, e sono quindi necessari in caso di incertezza nella diagnosi clinica per l'esclusione di patologie gravi. (62)

Il trattamento indicato dalla letteratura è quello conservativo, con varie modalità di intervento(62):

- Rialzi sotto i talloni
- Ortesi su misura o prefabbricati
- Utilizzo di ghiaccio
- Antidolorifici e FANS
- Esercizi di stretching e flessibilità per la muscolatura del polpaccio: dagli articoli presi in esame sono stati proposti allungamento del TdA e rinforzo della dorsiflessione, oltre che esercizio eccentrico.
- Una limitazione/interruzione dell'attività sportiva può essere necessaria in caso di persistenza dei sintomi.
- Uno splint notturno può essere utilizzato in caso di sintomi persistenti.
- L'immobilizzazione in splint o gesso per 2-3 settimane in caso di sintomi severi che non rispondono ad altri trattamenti.
- L'utilizzo di calzature di buona qualità, con un buon supporto e una suola ammortizzata per ridurre l'impatto sulla tuberosità calcaneare.

La revisione sistematica di James et al. del 2013 suddivide i possibili interventi in due categorie: la prima comprende le strategie volte a minimizzare il processo infiammatorio, ridurre il dolore e promuovere il processo di guarigione (riposo, modificazione dell'attività o dello sport, farmaci e /o ghiaccio), mentre la seconda include le strategie meccaniche che mirano a modificare fattori biomeccanici potenzialmente predisponenti al SD (rialzi, taping o cuscinetto sotto il calcagno, plantari per il supporto dell'arco plantare, stretching del tricipite surale). Lo stesso studio va a raccogliere le informazioni presenti in letteratura riguardo le singole modalità di trattamento e la loro efficacia nel ridurre i sintomi: ghiaccio, stretching e riposo/limitazione dell'attività sono spesso utilizzati in combinazione, ma non sono stati svolti studi specifici per verificarne gli effetti su dolore e attività fisica né individualmente né come cluster. Varie case series suggeriscono che il taping possa essere efficace nel ridurre il dolore a breve termine e che un cuscinetto sotto il tallone riduca il dolore durante e dopo l'attività fisica. Plantari su misura e rialzi sotto il tallone sono stati messi a confronto in pochi studi validi, e sembra che i plantari siano più efficaci dei rialzi nel ridurre il dolore durante lo sport, nonostante anche i rialzi in combinazione con altre strategie producano comunque un miglioramento di questa misura di outcome. (38) Gijon et al. nel loro studio per verificare l'efficacia in pazienti con SD di un plantare creato su misura attraverso un meccanismo di sottovuoto, hanno rilevato buoni risultati nella riduzione del dolore con l'utilizzo di questo supporto plantare con ammortizzazione sul calcagno, nonostante le varie limitazioni dello studio. (39) Wiegerinck et al. hanno invece svolto un RCT prospettico in cui venivano confrontati i risultati in termini di dolore, soddisfazione del paziente e funzionalità di tre gruppi di pazienti con SD che venivano trattati con rialzi prefabbricati da portare continuamente, con esercizio eccentrico di rinforzo del polpaccio o senza alcun trattamento: dopo 3 mesi tutti i gruppi hanno avuto miglioramenti ma senza differenze significative tra uno e l'altro, nonostante al follow up intermedio a 6 settimane il rialzo sembrava avere la maggior efficacia, seguito dall'esercizio e infine dall'approccio passivo. (21) Lo studio di Kuyucu et al. del 2017 ha confrontato due gruppi di pazienti con SD che venivano trattati con kinesio taping e taping sham, e ha rilevato che entrambi hanno un risultato in termini di miglioramento della funzionalità, e in modo maggiore il kinesio taping, ma il suo ruolo nel miglioramento del dolore non è

confermato, e può quindi essere usato in combinazione con altre modalità di trattamento. (15) Lo studio di James et al. del 2016 ha comparato l'efficacia del trattamento che comprendesse la combinazione di diverse variabili: l'utilizzo di un rialzo (per assorbire meglio gli impatti o per ridurre il ROM disponibile e di conseguenza l'attività del tricipite surale sull'inserzione del TdA) o di un plantare prefabbricato (per ridurre la pronazione) e la sostituzione o non sostituzione delle calzature. A 2 mesi, in termini di disabilità e dolore, sembra che ci sia un vantaggio nell'uso di rialzi rispetto ai plantari prefabbricati, mentre a 12 mesi non c'è vantaggio relativo con nessuna delle scelte di trattamento, per cui se l'impatto fisico della malattia è provato per più di 2 mesi, la scelta terapeutica va basata sulla valutazione clinica, sul costo o sulla preferenza del paziente. (24)

## 2.2. Freiberg's Disease

L'ostecondrosi della testa metatarsale, o Freiberg Disease, viene descritto per la prima volta dall'omonimo medico nei primi del '900, ed è stato identificato successivamente da vari altri clinici con differenti denominazioni: Köhler la definisce "sindrome metatarso-falangea" o "*Köhler's second syndrome*", Panner "*peculiar metatarsophalangeal disease*" e Lewin "*Metatarsal epiphysitis*" o "*metatarsal flathead*" o ancora "sindrome deformante metatarso-giovanile". Tuttavia la denominazione usata attualmente è semplicemente "Freiberg Disease" (FD). (25)

È una condizione dolorosa dell'avampiede che si manifesta durante le attività in carico e l'attività sportiva; colpisce prevalentemente la seconda testa metatarsale, e meno comunemente la terza, quarta o quinta. Il coinvolgimento bilaterale è presente in meno del 10% dei soggetti affetti. (9,25)

Fra i vari tipi di osteocondrosi è la quarta più comune e l'unica che colpisce maggiormente la popolazione femminile rispetto a quella maschile, con un rapporto che va da 3:1 a 5:1. È una condizione che riguarda prevalentemente l'età adolescenziale, anche se l'età dei soggetti affetti ha un range molto ampio che va dai 10 ai 45 anni. Dato che è una patologia che si sviluppa progressivamente, è stato ipotizzato che abbia il suo esordio in adolescenza e possa anche rimanere asintomatica

fino a un periodo più tardivo in cui i sintomi cominciano a manifestarsi. (25)  
Nonostante questo, il reperto più comune in letteratura è quello che il FD si verifichi in ragazze adolescenti che partecipano ad attività sportive (prevalentemente danza). (9)

L'eziologia del FD non si conosce con esattezza, ma questa patologia è comunemente caratterizzata da un disordine dell'ossificazione della seconda testa metatarsale. Inizialmente il meccanismo eziologico proposto era quello traumatico, tuttavia vedendo che alle radiografie precedenti a qualsiasi trauma era già presente sclerosi della corticale ossea, questa ipotesi è stata ritrattata; attualmente non vi sono quindi certezze su quale sia la causa scatenante, ma ci sono ipotesi su diversi fattori che possono contribuire. La revisione di Schade et al. del 2015 li suddivide in 4 tipologie:

- Fattori traumatici: un trauma non è confermato come causa principale, tuttavia è spesso riferito dai pazienti con FD durante l'anamnesi. Attualmente più che un trauma si considera l'ipotesi di microtraumi ripetitivi durante il periodo di crescita come fattore predisponente.
- Fattori vascolari: si ipotizza un difetto della vascolarizzazione della testa metatarsale che può essere dato dalla compressione dei rami arteriosi sul metatarso o spasmo arterioso, che sfociano poi in ischemia dell'epifisi, angiogenesi e nuovo tessuto di granulazione in sede epifisaria. Questi processi portano a riassorbimento osseo, rimodellamento e collasso o artrosi nelle fasi più avanzate della patologia.
- Fattori meccanici: possono dare stress di taglio o compressivi sull'aspetto dorsale dell'articolazione metatarso-falangea. Sono riportati in questa schiera una scarsa mobilità del secondo metatarso (data dalla sua posizione da "chiave di volta" degli archi plantari), la sua maggiore lunghezza rispetto agli altri (che lo rende maggiormente suscettibile a stress durante le attività in carico), la brevità o scarsa mobilità del primo metatarso, la presenza di alluce valgo, l'utilizzo di scarpe con i tacchi e una rapida crescita ponderale.
- Fattori sistemici: infezioni, disturbi endocrini, cambiamenti ormonali, utilizzo di steroidi, presenza di Lupus Eritematoso Sistemico, osteopenia potrebbero

contribuire al manifestarsi dei sintomi da FD, ma non ci sono studi che validino questa ipotesi. (25)

Gli individui affetti da FD si presentano lamentando dolore all'avampiede nell'area dei metatarsi che viene esacerbato dal carico e dalle attività sportive. Può essere presente anche gonfiore, limitazione dell'articolazione dell'avampiede e zoppia. (8,9)

Il processo di diagnosi è principalmente clinico, ma viene corredato dall'utilizzo di bioimmagini per differenziare al meglio da altri possibili quadri caratterizzati da metatarsalgia come sintomo principale (tendinopatie, fratture da stress, neuroma). I segni rilevati durante l'esame clinico sono dolorabilità alla pressione degli aspetti plantare e dorsale della metatarso-falangea affetta, gonfiore ed edema periarticolare. Il dolore può presentarsi con la mobilizzazione articolare, e nelle fasi iniziali può essere esacerbato attraverso una trazione della metatarso-falangea mentre in uno stadio più avanzato con una compressione dell'articolazione. Nelle fasi più avanzate di questa condizione possono essere riscontrate prominenze ossee palpabili, crepitii e limitazioni del ROM. (8,9,25)

La radiografia è l'esame che più comunemente assiste la diagnosi clinica, anche se nelle fasi precoci i reperti radiografici possono risultare privi di anormalità. A 3-6 settimane dall'esordio dei sintomi può essere visibile un asimmetrico allargamento dello spazio articolare, che differisce da processi artrosici, in cui invece lo spazio si assottiglia. Con la progressione della



Figura 6. Radiografia di un caso di FD della seconda testa metatarsale. (Kim et al., 2012)

patologia, può essere rilevato un ispessimento della corticale della testa metatarsale affetta. Nel 1967 Smillie ha costruito una stadiazione del FD su base radiografica, che durante gli anni è stata oggetto di proposte di modifica, rimanendo comunque quella maggiormente validata anche con il trascorrere del tempo: essa identifica cinque fasi di progressione radiografica del FD. (25)

- I. In questo stadio sarebbero presenti solo fissurazioni cartilaginee, non visibili alla radiografia.
- II. È il primo stadio in cui ci sono alterazioni radiograficamente visibili, ovvero un iniziale riassorbimento della parte centrale della testa del metatarso.
- III. È visibile un riassorbimento progressivo della testa metatarsale, che porta alla formazione di proiezioni ossee mediali e laterali.
- IV. Comincia la frammentazione delle proiezioni ossee e conseguente formazione di corpi liberi.
- V. Vi è un appiattimento della testa metatarsale e si presentano processi degenerativi artrosici.

Le tecniche di imaging più avanzate sono maggiormente utilizzate allo scopo di pianificare al meglio un eventuale intervento chirurgico e verificarne gli esiti. La scintigrafia ossea già in fasi precoci mostra un'area della testa metatarsale caratterizzata da maggiore captazione, che rappresenta una zona di incrementato metabolismo osseo dell'epifisi. (67) La risonanza magnetica viene considerata il gold standard nella diagnosi precoce di FD, e mostra un'ipointensità locale alla sequenza T1 pesata, mentre in T2 pesata c'è un'iperintensità del segnale a livello della testa metatarsale affetta. Alcuni autori hanno ipotizzato che la TC sia un sistema migliore per identificare corpi liberi di piccole dimensioni, osteofiti, fratture sub-condrali e misurare l'estensione dell'osteonecrosi. (25)

Nella maggior parte dei pazienti il trattamento conservativo facilita la rigenerazione della testa metatarsale e la risoluzione spontanea dei sintomi. Le proposte di trattamento comunemente citate in letteratura sono:

- Modifica o limitazione delle attività
- Utilizzo di cuscinetti posizionati sotto i metatarsi per una migliore ammortizzazione degli impatti con il suolo
- Utilizzo di calzature con soles ben ammortizzate o plantari
- FANS
- Utilizzo di ultrasuoni

- Immobilizzazione in un apparecchio gessato o splint per le manifestazioni più severe dei sintomi.

Il trattamento conservativo va considerato un'opzione valida ed efficace per ridurre il dolore e la ripresa delle attività nei primi 6 mesi dall'esordio dei sintomi o comunque in stadi di FD non avanzati secondo la classificazione di Smillie. Se i sintomi non migliorano entro i 3-6 mesi di trattamento conservativo, c'è una persistenza di dolore molto severo che inficia il cammino e le attività della vita quotidiana o lo stadio di FD è avanzato (a partire dallo stadio III) c'è indicazione per procedere chirurgicamente. (8,9,25,41)

Esistono numerose procedure chirurgiche per il trattamento del FD, e possono essere "joint sparing", ovvero senza un intervento intraarticolare, oppure "joint destructive" e quindi andare ad interessare anche l'articolazione metatarso-falangea. I risultati della revisione di Schade et al. del 2015 riportano, per quanto riguarda la remissione del dolore e il ritorno completo all'attività sportiva e della vita quotidiana, una migliore prognosi dopo le operazioni joint sparing rispetto a quelle joint destructive. È stata anche studiata l'associazione di diverse procedure chirurgiche con i differenti stadi della classificazione di Smillie, ma non c'è certezza che un determinato tipo di intervento sia più adatto per uno stadio in particolare oppure che una procedura sia migliore delle altre. (25) Le tipologie di operazione che vengono riportate dagli articoli analizzati in questa ricerca sono le seguenti:

- *Dorsal wedge osteotomy* (DWO) si effettua togliendo un cuneo di tessuto osseo nella parte dorsale del metatarso prossimalmente alla testa, e ruotando successivamente la testa metatarsale in direzione dorsale per sostituire l'area di superficie articolare con osteonecrosi. Le osteotomie nel trattamento della FD hanno lo scopo di ridurre la pressione a carico della testa metatarsale attraverso l'accorciamento o l'elevazione della testa del metatarso stessa. Una volta effettuata la rimozione del cuneo osseo, la testa del metatarso viene fissata al resto dell'osso. Possono presentarsi in seguito all'osteotomia alcune complicazioni come la formazione di callosità sotto la terza testa metatarsale, il cosiddetto "floating toe", la rigidità del dito o la "transfer metatarsalgia". (44)

Sono stati svolti alcuni studi riguardanti la DWO che hanno riportato buoni risultati in termini di remissione del dolore e ripresa delle normali attività, con buoni risultati alle misure di outcome di riferimento (VAS, *American Orthopedics Foot and Ankle Scale* (AOFAS) per le articolazioni metatarso-falangee e interfalangee, ROM della metatarso-falangea) La solidificazione dell'osteotomia è avvenuta nei campioni considerati a 8-10 settimane dall'intervento. In ogni caso si tratta sempre di studi con un campione ridotto e senza gruppo di controllo. (27,33,41,44)

- Debridement articolare
  - Artroplastica
  - Resezione della testa metatarsale
  - Accorciamento del collo metatarsale
  - Trapianto di tessuto cartilagineo autologo (*Osteochondral Autograft Transplantation* - OAT) prelevato dalla troclea femorale laterale e impiantato a pressione nel sito di osteonecrosi. Questo intervento sembra essere una soluzione efficace per il trattamento della FD, dato che il posizionamento del tessuto trapiantato non necessita di fissazione e l'ampia area di contatto con il tessuto della testa metatarsale ne favorisce la guarigione: queste caratteristiche accelerano la riabilitazione e il ritorno allo sport. Il carico è concesso parzialmente già dall'immediato post-operatorio insieme ad esercizi di flessione attiva delle dita, e da 2 settimane dopo l'intervento è permesso il carico completo con un supporto plantare, e si iniziano esercizi di estensione delle dita; la corsa e il ritorno allo sport sono possibili rispettivamente a partire da 6 e 10-12 settimane dopo l'intervento. L'unica nota negativa è la violazione di un ginocchio sano per asportare il tessuto cartilagineo necessario al trapianto. (47)
- I risultati degli studi che ne valutano l'efficacia riportano miglioramenti significativi nelle scale di riferimento (AOFAS, VAS) e una ripresa dell'attività sportiva nella quasi totalità dei casi dopo un tempo medio di 3,5 mesi. Anche in questo caso si tratta però di studi con campione molto limitato e senza gruppo di controllo. (16,29)

Secondo Smillie, nelle fasi precoci della malattia gli interventi vanno effettuati risparmiando l'articolazione, mentre si può procedere a livello articolare in stadi avanzati; inoltre sosteneva che la riparazione della superficie articolare fino alla normalità fosse possibile solo fino allo stadio III. (25)

### **2.3. Köhler's Disease**

Il Köhler Disease (KD) è un'ostecondrosi rara descritta per la prima volta da Alban Köhler nel 1908, e colpisce il navicolare tarsale nella popolazione pediatrica.

Il navicolare è un osso molto importante nell'architettura del piede, dato che per la sua posizione è responsabile della trasmissione del peso corporeo all'avampiede; inoltre la sua rotazione rispetto all'astragalo permette abduzione e adduzione del mediopiede. Il navicolare dimostra di avere una grande variabilità nelle tempistiche e nei pattern di ossificazione: questa comincia prima nel sesso femminile rispetto a quello maschile (rispettivamente fra i 18 e 14 mesi e fra i 30 e 36 mesi di vita). Si sviluppa nella maggior parte dei casi da un centro di ossificazione singolo, ma quando ci sono più centri di ossificazione c'è spesso un ritardo significativo nell'apparizione del centro di accrescimento, che consolida dai 5 ai 6 anni di età. (10)

Il KD colpisce i bambini dai 2 ai 7-10 anni, prevalentemente di sesso maschile (con un rapporto riportato in letteratura che va da 2:1 a 6:1) e l'età di esordio è diversa fra i due sessi (esordisce a 3,5-4,5 anni nelle femmine e a 5-6 anni nei maschi). È bilaterale in una percentuale del 15-25% dei pazienti. (10,26) Lo sviluppo del KD anche in adolescenza ed età adulta risulta nelle due manifestazioni cliniche a sé stanti che sono il Brailsford Disease e la sindrome di Müller-Weiss. (10)

L'eziologia del KD non è ancora nota, ma nel tempo sono state proposte varie ipotesi, delle quali l'interruzione della vascolarizzazione ai nuclei di ossificazione del navicolare, che porta ad osteonecrosi, è la più accettata. La teoria eziologica si basa sulla tempistica dell'ossificazione del navicolare: quando il bambino comincia a caricare sul piede, il navicolare è soggetto all'azione di forze significative, e a causa di un ritardo di ossificazione rispetto alle altre ossa del tarso, l'impatto di queste con il navicolare ancora ampiamente cartilagineo può indurre compressione dei vasi che lo irrorano e

quindi provocare ischemia o congestione venosa, che sfocia in osteonecrosi. (10,19,26) Spesso può essere riportato all'anamnesi un trauma antecedente, anche se in molti casi non ci sono eventi specifici alla base dell'esordio dei sintomi. (10) Le altre ipotesi proposte sono state l'origine infettiva, subito screditata per la normalità degli esami di laboratorio dei pazienti con KD, una normale variabilità dello sviluppo delle ossa del piede o una predisposizione genetica, dato che casi di KD bilaterale sono stati riportati in coppie di gemelli. Non ci sono invece associazioni tra KD e peso corporeo o displasie scheletriche.(10)

I sintomi con cui i pazienti si presentano sono piuttosto variabili, e possono includere dolore continuo o intermittente al mediopiede che si aggrava con l'attività, gonfiore nell'area del navicolare tarsale, a volte con rossore sul dorso del piede; può manifestarsi anche zoppia e riluttanza al carico sul mediopiede. Può anche essere una condizione asintomatica in fino al 50% dei casi. (10,19,26)

La diagnosi è quindi clinica attraverso il riconoscimento dei segni tipici (dolorabilità e gonfiore locale, zoppia, eventuale rossore) e radiografica. Le immagini radiografiche mostrano generalmente irregolarità, appiattimento, sclerosi e frammentazione del navicolare. (19) Chan et al. individuano due pattern di reperti radiografici associati al KD: il primo mostra un appiattimento del navicolare con aree di sclerosi e perdita dell'architettura trasecolare, che potrebbe essere dato da un'interruzione parziale della vascolarizzazione (la presenza di più vasi arteriosi fa sì che l'interruzione di uno di essi non comporti una ischemia uniforme). Il secondo pattern invece consiste in una sclerosi uniforme del navicolare con mantenimento della forma dell'osso, e questo potrebbe essere dato da un'ischemia più uniforme dovuta alla presenza di un solo ramo arterioso. I reperti radiografici che si riscontrano nel KD sono tuttavia riscontrabili anche in soggetti asintomatici, quindi la diagnosi di KD è possibile solo in compresenza di manifestazioni cliniche.



**Figura 7. Radiografia che mostra appiattimento e sclerosi del navicolare tarsale in un caso di KD. (Gillespie, 2010)**

Le indicazioni per imaging più avanzato sono limitate, dato che le informazioni che forniscono non sono più utili per il piano di trattamento rispetto a quelle date dalle normali radiografie. Se la diagnosi non è chiara possono essere utili per escludere altre patologie. Alla risonanza magnetica si rileva una bassa intensità di segnale in zona del navicolare alla sequenza T1 pesata, mentre alla T2 pesata si rileva un'iperintensità di segnale nella stessa area, rilevamenti compatibili con un quadro di necrosi avascolare. La scintigrafia ossea invece rileva una zona meno captante a livello del navicolare, che suggerisce un ridotto flusso sanguigno locale. (10)

Il KD è un disturbo che ha la caratteristica di essere autolimitante e di non presentare generalmente alcuna sequela in età adulta, senza alcuna deformità o disabilità residua dopo la guarigione. (10,19,26)

Il trattamento dei soggetti con KD è esclusivamente conservativo, e in letteratura non sono riportati dati riguardanti interventi chirurgici per questo disturbo. Le strategie utilizzate includono il riposo o limitazione dell'attività sportiva, utilizzo di stampelle per ridurre il carico, ortesi con supporto dell'arco plantare, gestione del dolore attraverso FANS, o immobilizzazione in un gesso con concessione di carico per alcune settimane. Soprattutto l'utilizzo di un apparecchio gessato sembra essere determinante nel definire i tempi di remissione dei sintomi, visto che alcuni dati riportati dicono che chi porta il gesso ha una soluzione più veloce (dai 2 ai 3 mesi) rispetto a chi invece non lo fa (fino a 10-15 mesi). (10,19,26) In ogni caso i sintomi possono durare da alcuni giorni fino ad un anno. (26)

La prognosi quindi è favorevole, con un recupero radiografico completo al massimo dopo 2-3 anni e l'assenza di limitazioni nelle attività della vita quotidiana e sportiva.

#### **2.4. Iselin Disease**

L'Iselin Disease (ID) è un'osteochondrosi rara descritta per la prima volta nel 1912 da Iselin, e nello specifico si tratta di un'apofisite da trazione alla base del quinto metatarso (V MT).

L'apofisi della base del V MT ha delle tempistiche di ossificazione variabili, e comincia ad essere visibile radiograficamente in media a 12-13 anni di età, ma questo ritrovamento può essere presente nei maschi anche a partire dai 10 anni e nelle femmine dagli 8; l'ossificazione completa di questa apofisi avviene in genere fra i 17-18 anni. (7)

L'ID colpisce bambini e adolescenti che attraversano un periodo di crescita rapida e soprattutto chi fra loro è impegnato in attività sportive che comportano trazione ripetitiva sull'apofisi della base del V MT da parte dei muscoli peronei, quindi sport che comprendono corsa, cambi di direzione e manovre di perno sul piede: questo predispone allo sviluppo di tale condizione. (7,8)

La teoria eziologica più accreditata è quella che l'ID sia una reazione agli stress a carico dell'apofisi della base del V MT, che creano delle microavulsioni nell'area di inserzione del muscolo peroneo breve. (7)

I soggetti affetti da ID si presentano solitamente con dolore laterale al piede durante le attività in carico e gonfiore attorno alla base del V MT, insorto in maniera insidiosa o come sequela acuta o cronica in seguito ad un trauma in inversione di caviglia. L'apofisi può anche risultare più prominente e sintomatica anche solo con la pressione data dalla calzatura. (7,8)

All'esame fisico si riscontra dolorabilità alla palpazione della base del V MT e gonfiore dei tessuti molli circostanti, oltre a dolore in eversione resistita ed eventualmente anche ai gradi estremi di dorsiflessione e alla flessione plantare con inversione. (7)

L'utilizzo di bioimmagini, e in particolare di radiografie va a corredare l'esame clinico nei casi in cui sia necessarie escludere red flags (tumori, infezioni) o altre potenziali cause del dolore del paziente: infatti nei pazienti con scheletro non ancora maturo la diagnosi differenziale principale include fratture da avulsione, la presenza di un osso sesamoide adiacente all'inserzione del peroneo breve e la frattura di Jones (frattura alla giunzione fra diafisi e metafisi del V MT). È utile effettuare una valutazione radiografica bilaterale per comparare le situazioni di entrambi i piedi in situazioni di

incertezza diagnostica. Le immagini radiografiche in caso di ID riportano sclerosi ed eventuale frammentazione dell'apofisi ed eventuali corpi liberi.(7)

Le opzioni di trattamento per l'ID rientrano nell'ambito conservativo, e la strategia principale è l'immobilizzazione per 2-4 settimane in un apparecchio gessato. Altre modalità di intervento sono la modifica o limitazione dell'attività, la crioterapia e l'esercizio domiciliare da cominciare a partire da quando il paziente riesce a camminare in assenza di dolore e di zoppia, e anche il ritorno all'attività deve essere svolto in maniera progressiva e a tolleranza. Può essere utilizzato un programma di esercizi per la riabilitazione di una semplice distorsione di caviglia, improntato su rinforzo, stretching e propriocezione di piede e caviglia. (7)

I sintomi possono avere una durata di mesi o anche anni, ma trattandosi di una condizione autolimitante, essa trova sempre una risoluzione in seguito al raggiungimento della maturità scheletrica. (7)

### **3. PRESENTAZIONI MENO FREQUENTI DI OSTEOCONDROSI DELL'ARTO INFERIORE**

#### **3.1. Van Neck – Odelberg Disease**

Il Van Neck Odelberg Disease (VNOD), o osteocondrosi della sincondrosi ischio-pubica, è stata descritta per la prima volta negli anni '20 del XX secolo dai due clinici che hanno dato l'eponimo a tale condizione. È stato trovato un solo articolo riguardante questa manifestazione clinica.

Viene classificata come una osteocondrosi anche se non riguarda epifisi o apofisi di un osso, e questo perché la sincondrosi ischio-pubica nel suo sviluppo si comporta come un centro di ossificazione primario, che completa il suo sviluppo fra la tarda infanzia e la prima adolescenza. La sincondrosi ischio-pubica è una giunzione cartilaginea che si trova fra la tuberosità ischiatica e il ramo pubico inferiore.

I pazienti sono bambini o adolescenti che lamentano tipicamente un dolore vago all'inguine o al gluteo. Ci sono poche descrizioni di questo disordine, che quindi può essere facilmente non riconosciuto e scambiato per altre entità cliniche, in particolare

osteomielite e tumore. Spesso la diagnosi di VNOD è per esclusione, dopo aver effettuato un esame clinico, ricerche radiografiche e alla RM ed esami ematochimici.

I segni di VNOD in radiografia sono in primo luogo un'iperostosi della sincondrosi ischiopubica, ma le anomalie radiologiche tipiche (radiolucenza, ispessimenti ossei, irregolarità nella mineralizzazione) sono state rilevate anche in pazienti asintomatici e quindi non sono ritenute specifiche per riconoscere questa condizione. Segni di sofferenza della sincondrosi ischio-pubica supportano la teoria che la VNOD derivi da una eccessiva trazione da parte dei muscoli ischio-crurali sulla tuberosità ischiatica.

Il problema che si cela dietro questa condizione muscoloscheletrica non è la difficoltà di gestione o la risoluzione dei sintomi, dato che si tratta di una anomalia benigna che guarisce spontaneamente, bensì il riconoscimento di questa patologia rispetto ad altre possibili cause di dolore vago nella zona dell'inguine o del gluteo. Nell'unico studio che ne parla vengono confrontati fra loro due gruppi di pazienti con questa tipologia di dolore, affetti da osteomielite o da VNOD: i risultati di questa comparazione mostrano che la localizzazione più frequente del dolore è la zona inguinale, che febbre, zoppia, sintomi costituzionali e dolore alle rotazioni di anca sono maggiormente presenti nei soggetti con osteomielite e che gli esami laboratoristici risultano negativi nei soggetti con VNOD. Tuttavia c'è qualche sovrapposizione di questi ritrovamenti, che sono presenti spesso in entrambe le condizioni, e in questi casi la radiografia (che mostra maggiore iperostosi nel gruppo VNOD rispetto a quello di osteomielitici) e la risonanza magnetica sono d'aiuto nella differenziazione fra queste due patologie. (46)

### **3.2. Osteocondrosi dei cuneiformi tarsali**

Anche se l'osteocondrosi delle ossa tarsali e metatarsali è frequente nei bambini, il coinvolgimento delle ossa cuneiformi è raro: lo studio più valido a riguardo reperito mediante questa ricerca è la descrizione di un caso clinico che riporta anche altri 18 casi presenti in letteratura. (40)

Ciò che è emerso da questa pseudo revisione è che l'età media dei pazienti va dai 4 ai 6 anni, e si tratta nella maggior parte dei casi di soggetti di sesso maschile. Il sito

maggiormente colpito è il cuneiforme mediale, mentre l'intermedio e il laterale sono decisamente più rari. Spesso sembra essere bilaterale.

La sintomatologia consiste prevalentemente in dolore locale e zoppia, ma è possibile che questa osteocondrosi sia anche asintomatica e venga rilevata solo da radiografie. Per questo la diagnosi clinica (che rileva solo segni aspecifici, come la dolorabilità locale) non è sufficiente, e va corredata a radiografie che mostrano sclerosi e irregolarità ai margini del cuneiforme in questione. Considerando che anche alcune patologie gravi (osteomielite, granuloma eosinofilo, sarcoma di Ewing) possono essere causa di una sintomatologia e di reperti radiografici simili, a volte è opportuno effettuare anche una risonanza magnetica per escluderle. In sequenza T1 pesata in caso di osteocondrosi si rileva una ipointensità di segnale. Gli esami di laboratorio sono normali in presenza di osteocondrosi.

Come altre tipologie di osteocondrosi, si tratta di una patologia autolimitante, che guarisce clinicamente (in un tempo che va da 2 settimane a 4 mesi) e radiograficamente (entro alcuni mesi) senza presentare sequele di alcun tipo.

Il trattamento è conservativo, con l'uso di FANS per la gestione del dolore, associato a modificazione delle attività, supporti all'arco plantare longitudinale o eventualmente utilizzo di gesso a gambaleto o plantari.

## CONCLUSIONI

Le osteocondrosi dell'arto inferiore che si manifestano durante l'età evolutiva si presentano a partire dai 2 fino ai 15 anni, con il KD che ha la manifestazione più precoce. La popolazione colpita è prevalentemente di sesso maschile, anche se sembra che con il maggiore coinvolgimento femminile nell'attività sportiva questa differenza non sia più così evidente; solo nel caso del FD la maggioranza netta dei soggetti è di sesso femminile. In qualsiasi quadro patologico, la maggioranza dei pazienti svolge attività sportiva intensa.

La letteratura presa in considerazione da questa ricerca concorda sul fatto che il fattore eziologico predominante sia lo stress ripetitivo a carico delle strutture colpite dato dalle azioni svolte durante la pratica sportiva. Questo meccanismo di overuse viene riportato come causa principale nei quadri patologici che si presentano più frequentemente (OSD, SLJD, SD, ID), mentre nel KD e FD lo stress meccanico ripetitivo viene riportato come possibile fattore predisponente assieme ad altre proposte.

Soprattutto nelle osteocondrosi del piede sono riportati altri possibili fattori di rischio di tipo traumatico, vascolare o infettivo, mentre nelle osteocondrosi di ginocchio sono state proposte altre caratteristiche predisponenti di tipo anatomico o biomeccanico, ma nessuna di queste teorie ha avuto conferma di avere un rapporto causa-effetto definito con uno dei quadri patologici presi in considerazione.

In ogni caso la diagnosi di queste patologie è prevalentemente clinica, effettuata attraverso un'attenta anamnesi, il riconoscimento di segni e sintomi caratteristici e l'identificazione degli impairment e disabilità del soggetto affetto. La diagnosi clinica viene supportata da imaging soprattutto per le osteocondrosi del piede (KD e FD), vista la minore frequenza di queste patologie e la possibile presenza di red flags. L'utilizzo di tecniche radiografiche in questo ambito è comunemente indicato nel caso in cui non vi sia la regressione dei sintomi che ci si aspetta dopo il trattamento o la maturità scheletrica, per escludere altre possibili cause di sintomi somiglianti a quelli di una osteocondrosi.

La caratteristica principale di questo gruppo di patologie è quella di avere un decorso autolimitante, e dopo la maturità scheletrica raramente si possono ripresentare sequele: l'OSD il quadro in cui più frequentemente c'è la possibilità di avere la permanenza dei sintomi nonostante l'approccio con un trattamento adeguato o il raggiungimento della maturità scheletrica, ma questa situazione si verifica in una piccola minoranza dei casi e trova comunque risoluzione con un trattamento più invasivo.

La letteratura è concorde sul fatto che il trattamento di queste osteocondrosi sia generalmente conservativo, improntato sull'adeguamento dei carichi o sul riposo, sullo stretching della muscolatura che si inserisce sul sito affetto, e sul miglioramento di forza e flessibilità della muscolatura dell'arto inferiore. Soprattutto per le osteocondrosi del piede, in letteratura viene riportato nelle modalità di trattamento l'utilizzo di ortesi come plantari e rialzi oppure di calzature adeguate; in alcuni casi (soprattutto per il KD) anche l'immobilizzazione viene citata come strategia per la migliore risoluzione dei sintomi. Vengono riportate fra le strategie di gestione del dolore anche l'utilizzo di ghiaccio o FANS.

Il trattamento chirurgico è indicato solo nei casi in cui i sintomi e la disabilità siano persistenti nonostante il trattamento conservativo o il raggiungimento della maturità scheletrica in pazienti affetti da OSD, mentre per la FD c'è indicazione chirurgica al fallimento del trattamento conservativo o se lo stadio della patologia è avanzato; in alcune patologie, come il SLJD, SD, KD e ID l'intervento chirurgico non viene considerato come opzione di trattamento.

Qualsiasi opzione di trattamento sia necessario intraprendere, nella quasi totalità dei casi di osteocondrosi dell'arto inferiore ci sono ottimi risultati in termini di remissione della sintomatologia dolorosa, ritorno alla normale funzione della parte affetta e ripresa delle attività sportive e della vita quotidiana. I tempi di guarigione vanno dalle 5 settimane ai 12-15 mesi dall'esordio, a seconda della patologia presa in considerazione; il ritorno allo sport, riportato solo per OSD, SD e FD va dalle 10 settimane ai 3,5 mesi.

La limitazione di questa ricerca consiste nel fatto che la letteratura che riporta questi ritrovamenti, pur essendo concorde nei contenuti, sia di qualità generalmente bassa: questo a causa del design degli studi (perlopiù revisioni narrative e case series/case report) e delle criticità nella metodologia di svolgimento degli studi (basso numero campionario, assenza di gruppi di controllo). Per ottenere dei dati con maggiore consistenza a proposito di questi quadri patologici e della loro diagnosi e gestione, sarebbe opportuno svolgere altre ricerche sperimentali che rispettino i criteri di qualità e validità interna delle linee guida di riferimento.

## APPENDICE

### Appendice 1. Checklist AMSTAR-2

<p><b>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</b></p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <u>P</u>opulation</li> <li><input type="checkbox"/> <u>I</u>ntervention</li> <li><input type="checkbox"/> <u>C</u>omparator group</li> <li><input type="checkbox"/> <u>O</u>utcome</li> </ul>	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</b></p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> review question(s)</li> <li><input type="checkbox"/> a search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria</li> <li><input type="checkbox"/> a risk of bias assessment</li> </ul>	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i></li> <li><input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity</li> <li><input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</b></p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Explanation for including only RCTs</i></li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for including only NRSI</i></li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for including both RCTs and NRSI</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</b></p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)</li> <li><input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)</li> </ul>	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies</li> <li><input type="checkbox"/> searched trial/study registries</li> <li><input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field</li> <li><input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature</li> <li><input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include</li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR</i> two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>

<p><b>6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p>		
<input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer.		
<p><b>7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?</b></p>		
<p>For Partial Yes:</p> <input type="checkbox"/> provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review	<p>For Yes, must also have:</p> <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p><b>8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?</b></p>		
<p>For Partial Yes (ALL the following):</p> <input type="checkbox"/> described populations <input type="checkbox"/> described interventions <input type="checkbox"/> described comparators <input type="checkbox"/> described outcomes <input type="checkbox"/> described research designs	<p>For Yes, should also have ALL the following:</p> <input type="checkbox"/> described population in detail <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> described study's setting <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p><b>9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?</b></p>		
<p><b>RCTs</b></p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB from</p> <input type="checkbox"/> unconcealed allocation, <i>and</i> <input type="checkbox"/> lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)	<p>For Yes, must also have assessed RoB from:</p> <input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i> <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only NRSI
<p><b>NRSI</b></p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB:</p> <input type="checkbox"/> from confounding, <i>and</i> <input type="checkbox"/> from selection bias	<p>For Yes, must also have assessed RoB:</p> <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i> <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only RCTs
<p><b>10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?</b></p>		
<p>For Yes</p> <input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies		
<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		

<p><b>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</b></p>	
<p><b>RCTs</b> For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present. <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</span></p>	
<p><b>For NRSI</b> For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</span></p> <p><input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review</p>	
<p><b>12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect. <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>	
<p><b>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>	
<p><b>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>	
<p><b>15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> No</p> <p style="text-align: right;"><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>	
<p><b>16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p> <p><input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Yes</span></p> <p><input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> No</span></p>	

## Appendice 2. Checklist CONSORT Statement

Section/Topic	Item No	Checklist item
<b>Title and abstract</b>		
	1a	Identification as a randomised trial in the title
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)
<b>Introduction</b>		
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale
	2b	Specific objectives or hypotheses
<b>Methods</b>		
Trial design	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons
Participants	4a	Eligibility criteria for participants
	4b	Settings and locations where the data were collected
Interventions	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered
Outcomes	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons
Sample size	7a	How sample size was determined
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines
Randomisation:		
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)
Allocation concealment mechanism	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions
Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses
<b>Results</b>		
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up
	14b	Why the trial ended or was stopped
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)
<b>Discussion</b>		
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence
<b>Other information</b>		
Registration	23	Registration number and name of trial registry
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders

## BIBLIOGRAFIA

1. Launay F. Sports-related overuse injuries in children. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015 Feb;101(1 Suppl):S139-47.
2. Davis KW. Imaging pediatric sports injuries: lower extremity. *Radiol Clin North Am*. 2010 Nov;48(6):1213-35.
3. Cassas KJ, Cassettari-Wayhs A. Childhood and adolescent sports-related overuse injuries. *Am Fam Physician*. 2006 Mar;73(6):1014-22.
4. Rejeb A, Johnson A, Vaeyens R, Horobeanu C, Farooq A, Witvrouw E. Compelling overuse injury incidence in youth multisport athletes. *Eur J Sport Sci*. 2017 May;17(4):495-502.
5. Lau LL, Mahadev A, Hui JH. Common lower limb sport-related overuse injuries in young athletes. *Ann Acad Med Singapore*. 2008 Apr;37(4):315-9.
6. Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sports Med*. 2003;33(1):75-81.
7. Gillespie H. Osteochondroses and apophyseal injuries of the foot in the young athlete. *Curr Sports Med Rep*. 2010;9(5):265-8.
8. Doyle SM, Monahan A. Osteochondroses: a clinical review for the pediatrician. *Curr Opin Pediatr*. 2010 Feb;22(1):41-6.
9. Atanda AJ, Shah SA, O'Brien K. Osteochondrosis: common causes of pain in growing bones. *Am Fam Physician*. 2011 Feb;83(3):285-91.
10. Chan JY, Young JL. Kohler Disease: Avascular Necrosis in the Child. *Foot Ankle Clin*. 2019 Mar;24(1):83-8.
11. Watanabe H, Fujii M, Yoshimoto M, Abe H, Toda N, Higashiyama R, et al. Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *Orthop J Sport Med*. 2018 Aug;6(8):2325967118792192.
12. Seyfettinoglu F, Kose O, Ogur HU, Tuhanioglu U, Cicek H, Acar B. Is There a Relationship between Patellofemoral Alignment and Osgood-Schlatter Disease? A Case-Control Study. *J Knee Surg*. 2018 Dec;
13. Barbuto L, Di Serafino M, Della Vecchia N, Rea G, Esposito F, Vezzali N, et al. Pediatric musculoskeletal ultrasound: a pictorial essay. *J Ultrasound*. 2018 Nov;

14. Pagenstert G, Wurm M, Gehmert S, Egloff C. Reduction Osteotomy of the Prominent Tibial Tubercle After Osgood-Schlatter Disease. *Arthroscopy*. 2017 Aug;33(8):1551–7.
15. Kuyucu E, Gulenc B, Bicer H, Erdil M. Assessment of the kinesiotherapy's efficacy in male athletes with calcaneal apophysitis. *J Orthop Surg Res*. 2017 Oct;12(1):146.
16. Ishimatsu T, Yoshimura I, Kanazawa K, Hagio T, Yamamoto T. Return to sporting activity after osteochondral autograft transplantation for Freiberg disease in young athletes. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017 Jul;137(7):959–65.
17. Dobbe AM, Gibbons PJ. Common paediatric conditions of the lower limb. *J Paediatr Child Health*. 2017 Nov;53(11):1077–85.
18. Circi E, Atalay Y, Beyzadeoglu T. Treatment of Osgood-Schlatter disease: review of the literature. *Musculoskelet Surg*. 2017 Dec;101(3):195–200.
19. Alhamdani M, Kelly C. Kohler's disease presenting as acute foot injury. *Am J Emerg Med*. 2017 Nov;35(11):1787.e5-1787.e6.
20. Alassaf N. Acute presentation of Sinding-Larsen-Johansson disease simulating patella sleeve fracture: A case report. *SAGE open Med case reports*. 2018;6:2050313X18799242.
21. Wiegerinck JI, Zwiers R, Sierevelt IN, van Weert HCPM, van Dijk CN, Struijs PAA. Treatment of Calcaneal Apophysitis: Wait and See Versus Orthotic Device Versus Physical Therapy: A Pragmatic Therapeutic Randomized Clinical Trial. *J Pediatr Orthop*. 2016 Mar;36(2):152–7.
22. Vergara-Amador E, Davalos Herrera D, Moreno LA. Radiographic features of the development of the anterior tibial tuberosity. *Radiologia*. 2016;58(4):294–300.
23. James AM, Williams CM, Haines TP. Health related quality of life of children with calcaneal apophysitis: child & parent perceptions. *Health Qual Life Outcomes*. 2016 Jun;14:95.
24. James AM, Williams CM, Haines TP. Effectiveness of footwear and foot orthoses for calcaneal apophysitis: a 12-month factorial randomised trial. *Br J Sports Med*. 2016 Oct;50(20):1268–75.
25. Schade VL. Surgical Management of Freiberg's Infracrion: A Systematic Review. *Foot Ankle Spec*. 2015 Dec;8(6):498–519.

26. Santos L, Estanqueiro P, Matos G, Salgado M. Kohler disease: an infrequent or underdiagnosed cause of child's limping? *Acta Reumatol Port.* 2015;40(3):304–5.
27. Pereira BS, Frada T, Freitas D, Varanda P, Vieira-Silva M, Oliva XM, et al. Long-term Follow-up of Dorsal Wedge Osteotomy for Pediatric Freiberg Disease. *Foot ankle Int.* 2016 Jan;37(1):90–5.
28. Nakase J, Goshima K, Numata H, Oshima T, Takata Y, Tsuchiya H. Precise risk factors for Osgood-Schlatter disease. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2015 Sep;135(9):1277–81.
29. Miyamoto W, Takao M, Miki S, Kawano H. Midterm clinical results of osteochondral autograft transplantation for advanced stage Freiberg disease. *Int Orthop.* 2016 May;40(5):959–64.
30. Lipman R, John RM. A review of knee pain in adolescent females. *Nurse Pract.* 2015 Jul;40(7):27–8.
31. James AM, Williams CM, Luscombe M, Hunter R, Haines TP. Factors Associated with Pain Severity in Children with Calcaneal Apophysitis (Sever Disease). *J Pediatr.* 2015 Aug;167(2):455–9.
32. Hall R, Barber Foss K, Hewett TE, Myer GD. Sport specialization's association with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. *J Sport Rehabil.* 2015 Feb;24(1):31–5.
33. Ikoma K, Maki M, Kido M, Imai K, Arai Y, Fujiwara H, et al. Extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy to treat late-stage Freiberg disease using polyblend sutures: technical tips and clinical results. *Int Orthop.* 2014 Jul;38(7):1401–5.
34. Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Rodriguez-Sanz D. Static and dynamic plantar pressures in children with and without sever disease: a case-control study. *Phys Ther.* 2014 Jun;94(6):818–26.
35. Barber Foss KD, Myer GD, Hewett TE. Epidemiology of basketball, soccer, and volleyball injuries in middle-school female athletes. *Phys Sportsmed.* 2014 May;42(2):146–53.
36. Foss KDB, Myer GD, Magnussen RA, Hewett TE. Diagnostic Differences for Anterior Knee Pain between Sexes in Adolescent Basketball Players. *J Athl Enhanc.* 2014 Jan;3(1).
37. Wiegerinck JI, Yntema C, Brouwer HJ, Struijs PAA. Incidence of calcaneal

- apophysitis in the general population. *Eur J Pediatr*. 2014 May;173(5):677–9.
38. James AM, Williams CM, Haines TP. “Effectiveness of interventions in reducing pain and maintaining physical activity in children and adolescents with calcaneal apophysitis (Sever’s disease): a systematic review”. *J Foot Ankle Res*. 2013 May;6(1):16.
  39. Gijon-Nogueron G, Cortes-Jeronimo E, Cervera-Marin JA, Garcia-de-la-Pena R, Benhamu-Benhamu S, Luque-Suarez A. Foot orthoses custom-made by vacuum forming on the non-load-bearing foot: preliminary results in male children with calcaneal apophysitis (Sever’s disease). *Prosthet Orthot Int*. 2013 Dec;37(6):495–8.
  40. Atbasi Z, Ege T, Kose O, Egerci OF, Demiralp B. Osteochondrosis of the medial cuneiform bone in a child: a case report and review of 18 published cases. *Foot Ankle Spec*. 2013 Apr;6(2):154–8.
  41. Al-Ashhab MEA, Kandel WA, Rizk AS. A simple surgical technique for treatment of Freiberg’s disease. *Foot (Edinb)*. 2013 Mar;23(1):29–33.
  42. Kaya DO, Toprak U, Baltaci G, Yosmaoglu B, Ozer H. Long-term functional and sonographic outcomes in Osgood-Schlatter disease. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013 May;21(5):1131–9.
  43. Nakase J, Aiba T, Goshima K, Takahashi R, Toratani T, Kosaka M, et al. Relationship between the skeletal maturation of the distal attachment of the patellar tendon and physical features in preadolescent male football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014 Jan;22(1):195–9.
  44. Kim J, Choi WJ, Park YJ, Lee JW. Modified Weil osteotomy for the treatment of Freiberg’s disease. *Clin Orthop Surg*. 2012 Dec;4(4):300–6.
  45. Abou El-Soud AM, Gaballa HA, Ali MA. Prevalence of osteochondritis among preparatory and primary school children in an Egyptian governorate. *Rheumatol Int*. 2012 Aug;32(8):2275–8.
  46. Wait A, Gaskill T, Sarwar Z, Busch M. Van neck disease: osteochondrosis of the ischiopubic synchondrosis. *J Pediatr Orthop*. 2011;31(5):520–4.
  47. Tsuda E, Ishibashi Y, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, Sato H. Osteochondral autograft transplantation for advanced stage Freiberg disease in adolescent athletes: a report of 3 cases and surgical procedures. *Am J Sports Med*. 2011

- Nov;39(11):2470–5.
48. Topol GA, Podesta LA, Reeves KD, Raya MF, Fullerton BD, Yeh H. Hyperosmolar dextrose injection for recalcitrant Osgood-Schlatter disease. *Pediatrics*. 2011 Nov;128(5):e1121-8.
  49. Rachel JN, Williams JB, Sawyer JR, Warner WC, Kelly DM. Is radiographic evaluation necessary in children with a clinical diagnosis of calcaneal apophysitis (sever disease)? *J Pediatr Orthop*. 2011;31(5):548–50.
  50. Kodali P, Islam A, Andrish J. Anterior knee pain in the young athlete: diagnosis and treatment. *Sports Med Arthrosc*. 2011 Mar;19(1):27–33.
  51. Kose O, Celiktaş M, Yigit S, Kisin B. Can we make a diagnosis with radiographic examination alone in calcaneal apophysitis (Sever’s disease)? *J Pediatr Orthop B*. 2010 Sep;19(5):396–8.
  52. Falciglia F, Giordano M, Aulisa AG, Poggiaroni A, Guzzanti V. Osgood Schlatter lesion: histologic features of slipped anterior tibial tubercle. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2011;24(1 Suppl 2):25–8.
  53. Tuong B, White J, Louis L, Cairns R, Andrews G, Forster BB. Get a kick out of this: the spectrum of knee extensor mechanism injuries. *Br J Sports Med*. 2011 Feb;45(2):140–6.
  54. Ducher G, Cook J, Spurrier D, Coombs P, Ptasznik R, Black J, et al. Ultrasound imaging of the patellar tendon attachment to the tibia during puberty: a 12-month follow-up in tennis players. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Feb;20(1):e35-40.
  55. de Lucena GL, dos Santos Gomes C, Guerra RO. Prevalence and associated factors of Osgood-Schlatter syndrome in a population-based sample of Brazilian adolescents. *Am J Sports Med*. 2011 Feb;39(2):415–20.
  56. Kose O. Do we really need radiographic assessment for the diagnosis of non-specific heel pain (calcaneal apophysitis) in children? *Skeletal Radiol*. 2010 Apr;39(4):359–61.
  57. Dupuis CS, Westra SJ, Makris J, Wallace EC. Injuries and conditions of the extensor mechanism of the pediatric knee. *Radiographics*. 2009;29(3):877–86.
  58. Scharfbillig RW, Jones S, Scutter S. Sever’s disease--does it effect quality of life? *Foot (Edinb)*. 2009 Mar;19(1):36–43.

59. Weiss JM, Jordan SS, Andersen JS, Lee BM, Kocher M. Surgical treatment of unresolved Osgood-Schlatter disease: ossicle resection with tibial tubercleplasty. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(7):844–7.
60. Cassas KJ, Cassettari-Wayhs A. Childhood and adolescent sports-related overuse injuries. *Am Fam Physician*. 2006 Mar;73(6):1014–22.
61. Ishikawa SN. Conditions of the calcaneus in skeletally immature patients. *Foot Ankle Clin*. 2005 Sep;10(3):503–13, vi.
62. Hendrix CL. Calcaneal apophysitis (Sever disease). *Clin Podiatr Med Surg*. 2005 Jan;22(1):55–62, vi.
63. Gigante A, Bevilacqua C, Bonetti MG, Greco F. Increased external tibial torsion in Osgood-Schlatter disease. *Acta Orthop Scand*. 2003 Aug;74(4):431–6.
64. Volpi P, Pozzoni R, Galli M. The major traumas in youth football. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2003 Nov;11(6):399–402.
65. Hirano A, Fukubayashi T, Ishii T, Ochiai N. Magnetic resonance imaging of Osgood-Schlatter disease: the course of the disease. *Skeletal Radiol*. 2002 Jun;31(6):334–42.
66. Duri ZAA, Patel D V, Aichroth PM. The immature athlete. *Clin Sports Med*. 2002 Jul;21(3):461–82, ix.
67. Mandell GA, Harcke HT. Scintigraphic manifestations of infraction of the second metatarsal (Freiberg's disease). *J Nucl Med*. 1987 Feb;28(2):249–51.