



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. 2019/2020

Campus Universitario di Savona

“Fratture da stress dell’arto inferiore”

Candidato: **Nastasi Riccardo**

Relatore:

Dott.ssa Maiolatesi Valentina, OMPT

Sommario

Abstract	3
Introduzione	4
Materiali e Metodi	5
Risultati	7
Definizione	12
Patofisiologia	13
Epidemiologia	14
Fattori di Rischio	15
Diagnosi	19
Classificazione	22
Trattamento	24
Discussione	39
Conclusione	41
Bibliografia	42

Abstract

Obiettivi: Le fratture da stress riguardano circa il 10% di tutti i traumi sportivi. Circa il 90% di tali lesioni riguarda l'arto inferiore. Lo scopo di questa revisione è definire che cosa sono le fratture da stress, quali sono le più frequenti nell'arto inferiore, quali sono i maggiori fattori di rischio e come trattarle.

Materiali e Metodi: La ricerca è stata condotta consultando la banca dati elettronica Medline, Cochrane e PEDro. Le parole chiave impiegate sono state "Stress fracture", "Fatigue fracture", "Lower extremity", "Lower Limb", "Classification", "Risk factors", "Epidemiology", "Diagnosis" e "Treatment" e le loro possibili combinazioni. I limiti impostati sono stati articoli tra il 2000 e il 2020, in lingua inglese. I criteri di inclusione per la selezione sono stati: articoli che trattano fratture da stress dell'arto inferiore; fratture da fatica o da insufficienza nell'adulto; articoli che trattassero almeno uno tra patofisiologia, epidemiologia, fattori di rischio, diagnosi e trattamento delle fratture da stress.

Risultati: La ricerca nel database Medline ha fornito 272 risultati, tra i quali sono stati selezionati in totale 25 articoli. Sul database Cochrane dove i risultati ottenuti sono stati 10 studi, dove dopo la rimozione dei duplicati e la selezione è stato aggiunto 1 articolo. La ricerca sul database PEDro ha riportato 16 studi dove dopo l'esclusione dei duplicati e lo screening è stato aggiunto 1 articolo. La ricerca bibliografica si è così conclusa con un totale di 27 articoli.

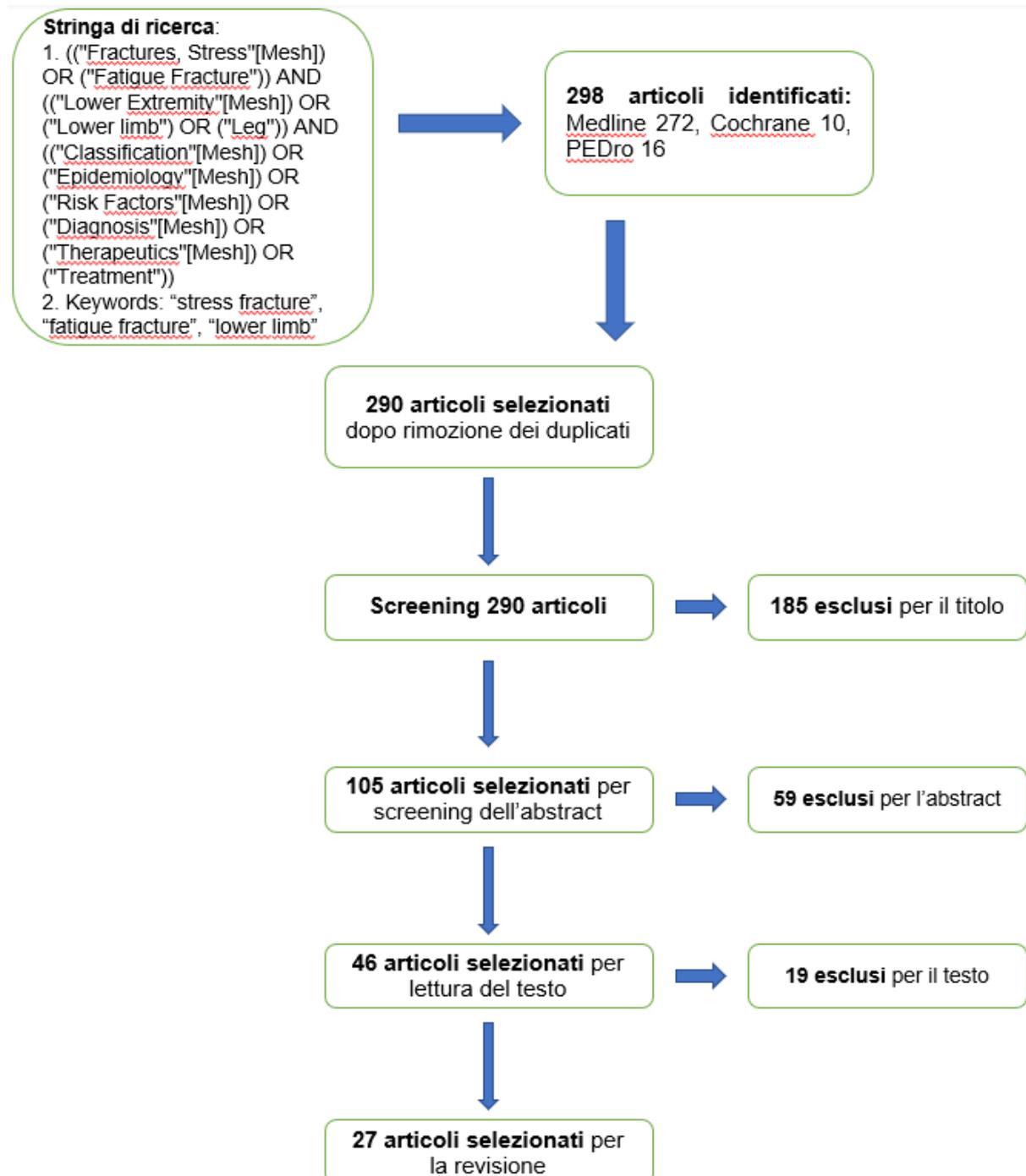
Conclusioni: L'analisi degli articoli selezionati evidenzia come le fratture da stress siano una patologia piuttosto frequente nella popolazione atletica che pratica sport di resistenza su lunghe distanze e tra le reclute militari. È una patologia predominante negli arti inferiori, con circa il 90% del totale e i distretti più colpiti sono la tibia, con circa la metà del totale localizzate in quel distretto, seguita dalle ossa tarsali e metatarsali, il femore, il perone e le più rare nelle ossa sesamoidi e rotula. I fattori di rischio principali riscontrati sono una precedente frattura da stress, il tipo e intensità di attività fisica e cambiamenti recenti nell'allenamento, fattori anatomici biomeccanici predisponenti e i componenti della triade femminile (sesso femminile, amenorrea e BMD). La diagnosi delle fratture da stress prevede innanzitutto un inquadramento tramite l'anamnesi che analizzi i fattori di rischio e il tipo di attività sportiva. L'esame obiettivo ha come componente principale la palpazione della zona colpita che risulterà dolorabile; ulteriori test funzionali e clinici possono risultare utili in casi selezionati. Il sospetto diagnostico può essere confermato tramite l'imaging, con radiografia e risonanza magnetica come metodiche più utilizzate. Il trattamento sarà basato su una stratificazione del rischio del quadro di frattura da stress, dove quelle ad alto rischio necessitano un intervento più intensivo e un eventuale referral al chirurgo ortopedico. Sia quelle ad alto che basso rischio sono gestite con una modifica dell'attività sportiva, gestione del carico fino a eventuale astensione totale, con un graduale ritorno alle attività.

Introduzione

Le fratture da stress sono lesioni piuttosto comuni tra gli atleti di professionisti e sportivi amatoriali, con circa il 10-20% di tutte le consultazioni nelle cliniche sportive dovute a questa patologia. Sono causate prevalentemente da un meccanismo di sovraccarico, ove si riscontra un accumulo di microtraumi submassimali ripetuti nel tempo. Questo impedisce al tessuto osseo una completa guarigione tra le sessioni di allenamento e può causare l'instaurarsi di una reazione ossea da stress, osservabile come edema osseo alla risonanza magnetica. Se lo stress viene ulteriormente mantenuto la corticale ossea può subire soluzione di continuità, che si traduce in frattura da stress. L'insorgenza di queste lesioni è influenzata da molteplici fattori di rischio intrinseci ed estrinseci, che riguardano cioè l'individuo o il contesto e la modalità con cui si allena. Questi possono essere modificabili, parzialmente modificabili o non modificabili. Vengono classicamente distinti due tipi di fratture da stress: (i) fratture da fatica, causate da un carico eccessivo nel tempo applicato a un tessuto osseo sano o (ii) fratture da insufficienza, causate da un carico fisiologico su un tessuto osseo patologico. È importante sottolineare il fatto che questi processi non sono dicotomici e ricadono su un continuum. È possibile infatti la presenza di una frattura da stress in un atleta professionista con un carico di allenamento intenso, il quale presenta anche una scarsa qualità ossea dovuta a fattori ormonali o nutrizionali. Questo fenomeno è particolarmente evidente nelle atlete di sesso femminile colpite dalla cosiddetta "triade femminile", indagata più avanti.

Materiali e Metodi

La ricerca bibliografica ha seguito come criteri di eleggibilità studi riguardanti fratture da stress nell'arto inferiore che indagassero l'epidemiologia, i fattori di rischio, la classificazione, la diagnosi o il trattamento specifico delle stesse. I limiti impostati sono stati articoli tra il 2000 e il 2020, in lingua inglese. I criteri di inclusione per la selezione sono: (i) articoli che trattano fratture da stress dell'arto inferiore; (ii) fratture da fatica o da insufficienza nell'adulto (il trattamento esclusivo di fratture dell'anziano o del bambino è stato ritenuto un criterio di esclusione); (iii) articoli che trattassero almeno uno tra patofisiologia, epidemiologia, fattori di rischio, diagnosi e trattamento delle fratture da stress.



È stata eseguita una ricerca sulla banca dati Medline tramite Pubmed. La stringa di ricerca utilizzata è stata: ("Fractures, Stress"[Mesh] OR ("Fatigue Fracture")) AND (("Lower Extremity"[Mesh] OR ("Lower limb") OR ("Leg"))) AND (("Classification"[Mesh] OR ("Epidemiology"[Mesh] OR ("Risk Factors"[Mesh] OR ("Diagnosis"[Mesh] OR ("Therapeutics"[Mesh] OR ("Treatment")))).

La medesima stringa di ricerca è stata utilizzata sul database Cochrane, con gli stessi limiti impostati.

Sul database PEDro sono state utilizzate le keywords per la ricerca “stress fracture”, “fatigue fracture”, “lower limb”.

Risultati

La ricerca nel database Medline ha fornito 272 risultati. 169 articoli sono stati esclusi sulla base del titolo, ulteriori 59 articoli sono stati esclusi sulla base dell'abstract e successivamente 19 sono stati esclusi leggendo il testo. La ricerca si è conclusa selezionando 25 articoli in base al testo.

Sul database Cochrane dove i risultati ottenuti sono stati 10 studi, di cui 2 revisioni sistematiche e 8 Trial clinici Di questi 10 studi, 5 rappresentavano duplicati, 4 sono stati esclusi sulla base del titolo e 1 è stato incluso sulla base del testo.

La ricerca sul database PEDro ha riportato 16 studi di cui 8 revisioni sistematiche e 8 trial clinici. Escludendo 3 duplicati, 12 studi sono stati esclusi sulla base del titolo e 1 è stato incluso. Il numero totale di studi inclusi derivanti dalla ricerca risulta così essere 27.

Patofisiologia

Tra gli articoli selezionati, 7 revisioni (Harrast et al, Jacobs et al, Liong et al, Fredericson et al, Kaeding et al, Weber et al, McCormick et al) esplorano la patofisiologia e patobiomeccanica legata all'insorgenza delle fratture da stress. In queste si riscontra un accordo nel ritenere le fratture da stress una patologia prevalentemente da sovraccarico, che può essere influenzata da diversi fattori di rischio. Viene riportata la legge di Wolff e uno squilibrio tra l'attività tra osteoblasti e osteoclasti, a favore dei secondi, con una diminuzione della capacità di carico e di riparazione dell'osso a seguito di microtraumi ripetuti correlati all'attività fisica. (1-7)

Epidemiologia

Tra gli articoli selezionati 4 revisioni, 2 studi prospettivi e 1 revisione sistematica riportano valori di incidenza e/o prevalenza. I campioni di popolazione presi in considerazione variano da studio a studio, in alcuni casi sono solamente femmine in altri femmine e maschi; la maggior parte degli studi prende come campioni reclute militari o atleti, rendendo i fattori di incidenza e prevalenza scarsamente trasponibili alla popolazione generale. Questi possono variare molto anche in base al tipo di sport, più prevalenti in quelli di endurance o con salti e scatti frequenti.

La revisione sistematica di Wentz et al analizza 11 articoli su reclute militari e 10 su atleti di tipo case-control, retrospettivi e prospettivi, riportando valori di incidenza di 3% e 9,2% per reclute militari maschi e femmine rispettivamente e 6,5% e 9,7% per atleti maschi e femmine rispettivamente. (8)

Uno studio prospettivo di Duckham et al segue 70 atlete di endurance per un periodo di 12 mesi, raccogliendo dati su tipo di allenamento, densità ossea, fattori psicosociali e comportamento alimentare. Delle 61 atlete che hanno completato il follow up a un anno 2 sono andate incontro a frattura da stress, rilevando quindi un'incidenza del 3,3%. (9)

Barrack et al in uno studio prospettivo multicentrico segue 259 ragazze che praticavano sport tra cui corsa a media e lunga distanza, atletica leggera, calcio, nuoto, pallavolo, softball, tennis e altri; sono stati raccolti dati riguardanti i densità ossea, ciclo mestruale, BMI, quantità di ore settimanali di allenamento. Sono state riscontrate 28 lesioni ossee da stress sul totale (10,8%), di cui 11 fratture da stress (4,2%). (10)

La revisione di Jacobs et al riporta un'incidenza di 6,9/1000 casi e 26,1/1000 casi per le reclute militari maschi e femmine rispettivamente, con valori di incidenza cumulativa che variano da 0,8 a 6,9% per i maschi e da 3,4 a 21% per le femmine. (3)

Fattori di rischio

15 articoli tra i selezionati indagano i fattori di rischio associati allo sviluppo di fratture da stress. Di questi 8 sono revisioni, 2 revisioni sistematiche, 3 studi prospettivi e 2 studi cross sectional. Wright et al analizza i principali fattori di rischio sulla base di 8 studi ed esegue una meta analisi su 4 di questi. I fattori di rischio principali individuati sono una storia in anamnesi di frattura da stress con odds ratio di 4.99 (95% CI 2.91-8.56) e sesso femminile OR 2.31 (95% CI 1.24-4.29). (11)

Una revisione sistematica con meta analisi di Dao et al indaga l'effetto del deficit di vitamina D sull'incidenza di fratture da stress nei militari. Analizzando 9 studi prospettivi per un totale di 2634 individui, di cui 761 casi di frattura da stress e 1873 di controllo, viene rilevata una differenza statisticamente significativa dei livelli sierici di vitamina D tra i due gruppi di -2.44 ng/mL (95% CI, -4.05 to -0.84). (12)

Lo studio prospettivo multicentrico di Barrack et al analizza i fattori di rischio legati alla triade femminile analizzando 259 atlete di diversi sport. 28 di queste hanno subito una lesione ossea da stress, di cui 11 fratture da stress. I parametri presi in considerazione sono state le caratteristiche antropometriche, comportamenti legati all'alimentazione, caratteristiche del ciclo mestruale, quantità di attività fisica e sportiva e comportamenti patologici legati al peso corporeo. I fattori di rischio statisticamente significativi individuati con la comparazione tra le atlete colpite da frattura e quelle sane sono stati: (i) esercizio settimanale >12 h OR 4.9 (CI 95% 1.4-16.9), BMI <2 OR 12.4 (CI 95% 1.0-5.3), bassa densità minerale ossea Z score <-1.0 OR 3.2 (CI 95% 1.4-7.2). L'associazione di 2 o più di questi fattori aumenta ulteriormente il rischio. (10)

Nunns et al analizza caratteristiche biomeccaniche e antropometriche in uno studio prospettivo su 1065 reclute militari nel periodo di addestramento di 32 settimane. Sono stati individuati come fattori di rischio per frattura da stress tibiale ridotta larghezza bimalleolare <74 mm OR 0.73 (0.58 to 0.93), ridotto BMI <25 OR 0.56 (0.33 to 0.95), ridotta rotazione interna tibiale $<13^\circ$ OR 0.78 (0.63 to 0.96) e aumentato picco di pressione al tallone >13 N/cm² OR 1.25 (1.07 to 1.46). (13)

Nieves et al studiano i fattori legati all'alimentazione in uno studio prospettivo di 125 atlete corritrici di età compresa tra 18 e 26 anni. Sono stati raccolti con questionari le abitudini alimentari, tra cui le calorie totali quotidiane, proteine, grassi, vitamine C e D, calcio, potassio, ferro, n° di porzioni di latticini, latte magro, frutta e verdura, caffè e alcool. Il gruppo di atlete è stato seguito con un follow up a 2 anni; 17 hanno subito almeno una frattura da stress in questo periodo. Le misure di outcome analizzate sono state la densità minerale e contenuto osseo del rachide, anca e corpo totale misurate con DEXA. È stata osservata una differenza statisticamente significativa tra il gruppo sano e quello colpito da frattura: un maggiore introito di latte magro e porzioni di latticini quotidiani hanno ottenuto una riduzione del rischio del 62% (hazard ratio, HR 0,38 CI 95% 0,16-0,90) e 40% (HR 0,60 CI 95% 0,40-0,89); allo stesso modo una dieta ricca di latticini e ridotti grassi ha avuto una riduzione del rischio del 68% (HR 0.32 CI 95% 0.10-0.96). Maggiori introiti di latte magro, latticini, calcio, proteine animali e potassio sono stati associati con aumento della densità minerale e contenuto osseo totale; maggiori introiti di calcio, vitamina D, latte magro, latticini, potassio e una dieta ricca di latticini e ridotti grassi è stata associata ad aumenti significativi di densità minerale ossea dell'anca. (14)

Lo studio cross sectional di Popp et al analizza due gruppi di atleti maschi, 16 con storia di lesione ossea da stress tibiale e 20 di controllo. Vengono raccolti e analizzati dati antropometrici e legati alla geometria ossea della tibia con dati aggiustati per altezza e lunghezza tibiale, osservando differenze statisticamente significative tra il gruppo controllo e il gruppo lesione. In quest'ultimo si riscontra uno spessore tibiale minore (9%), ridotta area totale (11%) e area corticale (12%), minore modulo di resistenza (17%) e minore indice di resistenza alla trazione (stress strain index SSI) (16%). (15)

Lo studio cross sectional di Prather et al analizza 220 calciatrici raccogliendo dati riguardanti il BMI, la funzionalità del ciclo mestruale, le abitudini alimentari valutate con EAT-26 (eating attitudes test) e la presenza in anamnesi di frattura da stress. Di queste 19 (8,6%) riportavano in anamnesi una frattura da stress, tra quelle che avevano raggiunto il menarca 21 (19,3%) presentavano disfunzione del ciclo mestruale e 17 (7,7%) presentavano un punteggio di rischio intermedio e 1 di rischio elevato per le abitudini alimentari alla EAT. Si è osservata una correlazione significativa (p: 0.02) la presenza di disfunzione mestruale e il punteggio EAT. Lo studio conclude affermando che le giocatrici di calcio in giovane età possono essere a rischio di frattura da stress, a causa della presenza di disfunzione mestruale e disordini alimentari. (16)

La revisione di Javed et al esplora in dettaglio le componenti della triade femminile formata da bassa densità minerale ossea, irregolarità mestruale e bassa disponibilità energetica. Pone questi in uno spettro di continuum che va da componenti ottimali a scarse, senza imporre una dicotomia. (17)

Le revisioni di Abbot et al, Tenforde et al, Pegrum et al, Jacobs et al, McCormick et al e Kaeding et al sono concordi nel classificare i fattori di rischio in intrinseci ed estrinseci: tra i primi si ritrovano precedenti fratture da stress, sesso femminile, funzione del ciclo mestruale, BMI, densità minerale ossea, età, fattori biomeccanici; tra i fattori estrinseci si riscontra l'alimentazione e i comportamenti legati ad essa, tipo e frequenza di attività fisica, attrezzatura utilizzata, tipologia di superficie di allenamento. (1,3,6,18–21)

Diagnosi

Tra gli studi selezionati 13 indagano l'inquadramento diagnostico e la valutazione delle fratture da stress. Di questi 10 sono revisioni e 3 revisioni sistematiche.

La revisione sistematica di Lohrer et al si concentra sull'inquadramento del dolore dovuto all'attività fisica negli atleti analizzando 43 articoli che studiano la sindrome compartimentale da sforzo, la sindrome tibiale da stress mediale (MTSS), la sindrome da entrapment dell'arteria poplitea, sindromi da entrapment nervoso e le lesioni ossee da stress. Fornisce un utile focus sulla diagnosi differenziale di questo tipo di patologie. (22)

La revisione sistematica di Wright et al analizza 21 articoli fornendo valori di sensibilità (Sn) e specificità (Sp) per le tecniche di diagnostica per immagini usate nell'indagine delle fratture da stress. I valori riportati sono stati: per la radiografia tradizionale Sn da 12% (0%-29%) a 56% (39%-72%), Sp da 88% (55%-100%) a 96% (87%-100%); per la scintigrafia Sn da 50% (23%-77%) a 97% (90%-100%), Sp da 33% (12%-53%) a 98% (93%-100%); per la risonanza magnetica Sn da 68% (45%-90%) a 99% (95%-100%), Sp da 4% (0%-11%) a 97% (88%-100%); per la tomografia computerizzata Sn da 32% (8%-57%) a 38% (16%-59%), Sp da 88% (55%-100%) a 98% (91%-100%); per l'ecografia Sn da 43% (26%-61%) a 99% (95%-100%), Sp da 13% (0%-45%) a 79% (61%-96%). (23)

La revisione sistematica di Schneider et al indaga l'accuratezza diagnostica dei test clinici per individuare fratture da stress dell'arto inferiore. Sono stati analizzati 9 articoli, 7 dei quali trattavano l'utilizzo degli ultrasuoni terapeutici come strumento diagnostico e 2 il tuning fork test con diapason. Lo studio conclude sconsigliando l'utilizzo di questi test diagnostici come unico strumento a causa della scarsa accuratezza. Il tuning fork test può essere utilizzato durante l'esame obiettivo, in caso di frattura da stress su segmenti ossei superficiali, ma non è in grado di fare diagnosi da solo. Gli autori consigliano un inquadramento strumentale basato sulla diagnostica per immagini. (24)

La revisione di Pegrum et al si concentra sulle fratture da stress del piede, proponendo un algoritmo decisionale in cui viene stratificato il rischio sia della triade femminile, che può richiedere una valutazione della densità minerale ossea, sia della frattura da stress, con ulteriore valutazione radiografica. La diagnosi proposta si basa poi su anamnesi, esame fisico ed eventuale indagine di imaging. (21)

Le revisioni di Abbott et al, Tenforde et al, Liong et al, Jacobs et al, Harrast et al, McCormick et al, Weber et al, Fredericson et al, Pegrum et al sono concordi nel definire la procedura diagnostica e valutativa per le fratture da stress. Questa si basa inizialmente sull'anamnesi del sintomo e l'analisi dell'attività fisica, oltre alla raccolta dei fattori di rischio intrinseci ed estrinseci; segue poi l'esame fisico, basato principalmente su ispezione e palpazione della zona lesionata, eventuali test clinici (Tuning fork test, Fulcrum test) e funzionali (Hop test). Viene consigliata l'indagine diagnostica, inizialmente con radiografia tradizionale e, se negativa, eventuale risonanza magnetica. Altre indagini diagnostiche come la scintigrafia e la tomografia computerizzata sono consigliate in particolari casi selezionati. (2-7,19,20,25)

Trattamento

Gli articoli che indagano la gestione e il trattamento delle fratture da stress sono 12, di cui 11 revisioni e 1 revisione sistematica.

Tutte le revisioni raccolte sono concordi sui principi di base del trattamento che si basa inizialmente sulla gestione del carico, che può variare da un'astensione completa o da una protezione con tutore o stampelle, una gestione del dolore con ghiaccio e farmaci per poi passare alla riabilitazione con graduale ritorno al carico e all'attività sportiva. Le tempistiche variano in base alla sede colpita e al grado di rischio della frattura. La chirurgia è un'opzione proposta, da valutare in base alle esigenze del paziente e del rischio. La gestione sito specifica verrà approfondita più avanti. (1-7,19-21,25)

La revisione sistematica di Lorher et al che indaga le lesioni dell'arto inferiore dovute all'attività sportiva con l'analisi di 43 articoli, 7 dei quali su fratture da stress. Lo studio propone un trattamento che dipende dalla sede colpita, basato sulla gestione del carico e il graduale ritorno all'attività fisica. (22)

La revisione di Liem et al analizza diverse tecniche di trattamento per le fratture da stress tra cui l'allenamento della forza e resistenza muscolare, core e pelvic stability, allenamento dell'equilibrio e propriocezione, allenamento della flessibilità, l'utilizzo di corsa in acqua e treadmill antigrafitario. (26)

La revisione di McCormick et al fornisce un diagramma generale per la gestione delle fratture da stress, dove inizialmente si stratifica la lesione in base al rischio; nel caso di basso rischio il trattamento si basa sulla gestione del carico sintomo guidata, in quelle ad alto rischio è necessaria una indagine diagnostica strumentale, con possibile immobilizzazione totale o nei casi più gravi intervento chirurgico. (6)

Le fratture da stress

Definizione

Storicamente le fratture da stress (SFx) sono state descritte per la prima volta da Breithaupt, un medico prussiano nel 1855, nei metatarsi dei soldati dopo lunghe marce, definendole “march foot o march fracture”, fratture da marcia, caratterizzate da gonfiore e dolore localizzato al piede.(4)

Nella letteratura le fratture da stress vengono suddivise in fratture da fatica (“*fatigue fracture*”) e fratture da insufficienza (“*insufficiency fracture*”). Le prime vengono definite come condizioni patologiche in cui un carico eccessivo nel tempo viene applicato a un osso con capacità di carico normale. Le seconde, tipiche di paziente anziani spesso colpiti da osteoporosi o da patologie metaboliche dell'osso, sono definite come fratture in cui un carico normale viene applicato a un osso con capacità di carico ridotta.

Fratture da fatica

Il presente elaborato si focalizzerà sull'analisi di questa tipologia di lesione, fornendo però una rapida introduzione anche delle patologie da insufficienza.

La maggior parte degli studi in letteratura che studiano le fratture da fatica comprendono come soggetti atleti di endurance o reclute militari. Le fratture da fatica sono fratture da stress in cui il carico applicato all'osso è submassimale e non è in grado di generare una frattura franca, ma supera la capacità di riparazione del tessuto. La risposta dell'osso allo stress è regolata dalla legge di Wolff, la quale afferma che esso è un tessuto attivo che si rimodella in base al carico che riceve. L'osso risponde a uno stress ripetitivo con un aumento dell'attività osteoclastica rispetto all'osteoblastica, che si traduce in un temporaneo indebolimento osseo.(20) L'eventuale risposta adattativa è la formazione di nuovo osso periostale per provvedere un rinforzo. Se però lo stress fisico continua, l'attività osteoclastica può predominare, risultando inizialmente in microfratture, osservabili come edema osseo midollare in risonanza magnetica, coerente con una reazione da stress) ed eventualmente può formarsi una vera frattura della corticale ossea, una frattura da stress. Esiste dunque un continuum, con uno stress ottimale che rimodella efficacemente l'osso, il quale se diventa eccessivo o non si fornisce un riposo adeguato può mutarsi in reazione da stress ed eventualmente in frattura da stress.

Fratture da insufficienza

Le fratture da insufficienza sono fratture causate da un normale e fisiologico carico di energia applicato a un tessuto osseo indebolito. Possono essere fratture spontanee in età adulta avanzata o traumatiche che non accadrebbero in un individuo sano. Qualsiasi processo che

causa osteoporosi può risultare in fratture da insufficienza. L'osteoporosi si presenta più frequentemente come post-menopausale o senile, ma può anche essere secondaria ad altre condizioni patologiche. (27)

Patofisiologia

Il meccanismo con cui avvengono le fratture da stress non è dissimile da ciò che avviene in materiali rigidi sottoposti a stress ciclici, come può accadere a componenti metallici di svariati tipi di macchinari. Lo stress ripetuto provoca una crepa, una frattura nel materiale, che con la ripetizione porta al cedimento del metallo.

La differenza sostanziale è che l'osso è un tessuto all'interno di un organismo vivente ed è esso stesso vivo, sottoposto a costante rinnovo molecolare e morfologico, secondo la legge di Wolff. Essa stabilisce che l'osso si adatta e si rimodella secondo le forze a cui è sottoposto.

(2) Il tessuto osseo si distingue in due categorie, compatto e spugnoso. Il primo si ritrova principalmente nella parte esterna delle ossa lunghe, in particolare nella diafisi, e nel perimetro delle ossa corte (vertebre, ossa tarsali). L'osso spugnoso è formato da una struttura di trabecole sottili, solitamente orientate secondo le linee di forza e si ritrova nella porzione interna delle ossa corte e nelle epifisi delle ossa lunghe. Il metabolismo dei due tessuti è differente: l'osso compatto è sottoposto a un rinnovo tissutale e un rimodellamento più lento, mentre l'osso trabecolare subisce un turnover più rapido. L'analisi della densità minerale ossea (BMD) viene infatti eseguita nell'osso trabecolare per questo motivo, poiché permette di osservare in modo più affidabile i cambiamenti di BMD. Questo differente metabolismo influisce anche sul tipo di frattura da stress che il tessuto subisce: nel tessuto compatto sono più frequenti fratture da fatica, dovute a stress ripetitivi e intensi con densità minerale ossea normale; il tessuto trabecolare subisce maggiormente fratture da stress del tipo da insufficienza, in individui con BMD bassa. (2)

L'osso risponde a uno stress ripetitivo con un aumento dell'attività degli osteoclasti rispetto agli osteoblasti, con un temporaneo indebolimento osseo. La successiva risposta adattativa è una formazione di nuovo osseo periostale come rinforzo. Se tuttavia lo stress perdura, l'attività osteoclastica prevale, risultando inizialmente in microfratture, osservate solitamente come edema osseo midollare in risonanza magnetica, consistenti con una reazione da stress, che può evolvere in frattura da stress vera e propria. Esiste dunque un continuum per quanto riguarda lo stress osseo che va da un fisiologico rimodellamento a un carico eccessivo che, in assenza di riposo adeguato, un evolve in reazione da stress e poi frattura da stress. (2,4,6)

Il processo di instaurazione di una frattura da stress segue 3 fasi: crepa iniziale, propagazione della crepa e frattura finale. La crepatura iniziale si concentra in zone dove gli stress si concentrano quando un carico è applicato all'osso. Queste aree spesso si trovano in zone di discontinuità ossea, in corrispondenza a esempio dei canali di Havers, i quali rappresentano zone di debolezza e dove cambia improvvisamente l'architettura ossea. (1) [Fig.1]

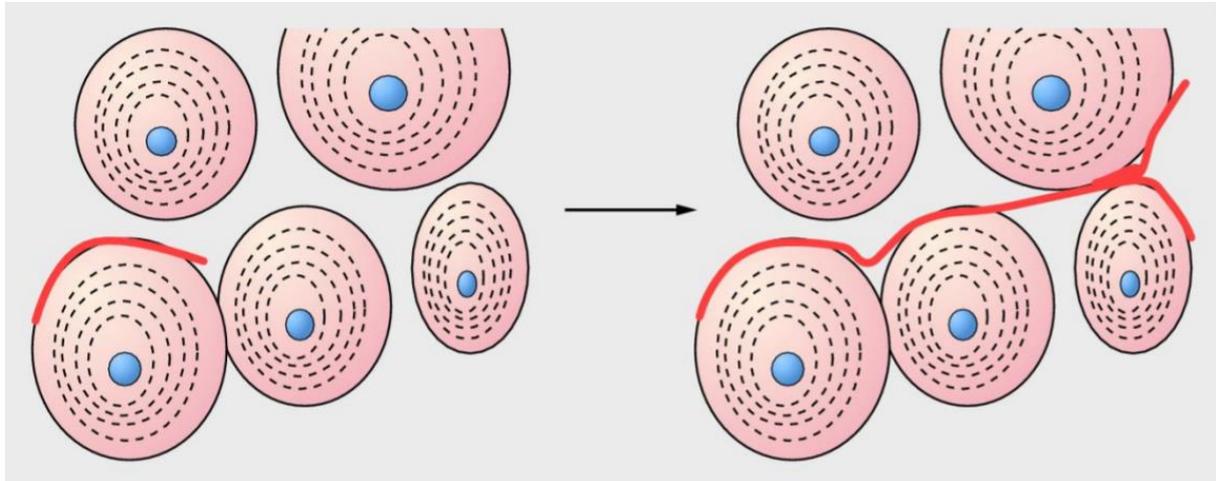


Figura 1 Schema di propagazione della rima di frattura da stress lungo i margini dei canali di Havers.

Epidemiologia

Le Sfx consistono nel 20% delle lesioni in pazienti trattati presso cliniche medico-sportive e rappresentano il 10% delle lesioni ortopediche totali. La maggior parte delle Sfx (80-95%) avviene agli arti inferiori, mentre meno del 10% si colloca agli arti superiori e alle coste. Tra le Sfx degli arti inferiori la tibia è l'osso più colpito (49%), seguita dalle ossa tarsali (25%), metatarsali (9%), femore (7%), perone (6%), pelvi (1.6%) e ossa sesamoidi (0.9%). (18,28)

Le lesioni ossee da stress (*bone stress injuries*, BSI), le quali includono le Sfx e le lesioni reattive da stress sono frequenti nel genere femminile. Circa 1 atleta femmina su 7 ha una storia di BSI. L'incidenza rilevata in corridori maschi e femmine adolescenti è di 4-5% annualmente. Studi retrospettivi hanno rilevato una prevalenza di BSI da 8.3% a 52% in atleti femmine che praticavano corsa su lunga distanza e atletica leggera. La seconda categoria di sportivi più colpita erano le danzatrici. (10,19)

L'incidenza di fratture da stress è stimata attorno al 13% in atlete femmine. (16) Una revisione sistematica evidenzia come l'incidenza di Sfx sia maggiore nelle femmine sia tra gli atleti (F: 9.7% - M: 6.5%) sia tra le reclute militari (F: 9.2% - M: 3%).(8) Uno studio prospettico britannico con follow up a un anno su 61 atlete tra 18 e 45 anni riporta un'incidenza di 3.3% (CI: 0.8-13.1%), decisamente più bassa, fornendo come possibile spiegazione il grande range di età e il maggior grado medio di densità ossea delle soggette. (9) Uno studio prospettico su 1065 reclute militari ha riscontrato un'incidenza di Sfx alla tibia del 0.9% dopo un periodo di allenamento di 32 settimane. (13)

Nella popolazione sportiva adolescenziale i tassi di incidenza di SFx in sport equiparabili per genere sono risultati significativamente più elevati tra le femmine rispetto ai maschi (F:63.3% del totale SFx rispetto a M:36.7%), con rischio quasi doppio in relazione al tasso di esposizione (F: 2.22/100.000 – M: 1.27/100.000). (29)

Fattori di Rischio

Per l'insorgenza di fratture da stress si distinguono fattori di rischio (FR) intrinseci ed estrinseci. Questi possono essere ulteriormente suddivisi in FR modificabili, potenzialmente modificabili e non modificabili.(3,18,21)

Fattori di rischio intrinseci

Frattura da stress precedente

Un'anamnesi remota positiva per frattura da stress aumenta il rischio di sviluppare una nuova SFx di 5-6 volte, in particolare tra le femmine sportive.(18) Gli odds ratio variano da 2.9 a 6.36 per aumentato rischio di SFx.(11)

Sesso

Il genere femminile è tipicamente riconosciuto presentare una maggiore incidenza di fratture da stress. Esiste tuttavia un dibattito sul fatto se sia effettivamente un fattore di rischio oppure un fattore di confondimento, questo poiché nel genere femminile è possibile riscontrare con maggiore frequenza altri fattori di rischio riconosciuti per le SFx, come a esempio minore qualità del tessuto osseo, disturbi alimentari e minore massa muscolare.(18) Nelle donne inoltre è possibile riscontrare la cosiddetta "triade femminile" (*female athlete triad*), caratterizzata da amenorrea, disturbi alimentari e osteopenia, discussa più avanti.

Gli studi epidemiologici riportano dati contrastanti, in alcuni casi un'incidenza maggiore Yagi et al (OR 3.10, 95% CI 1.20 to 8.00), in altri casi nessuna differenza statisticamente significativa tra maschi e femmine, Bennell et al (OR 1.08, 95% CI 0.40 to 2.91) e Tenforde et al (OR 1.35, 95% CI 0.65 to 2.82); il risultato della meta analisi ha riscontrato un rischio di 2,3 volte superiore per le donne di sviluppare SFx (OR 2.31; 95% CI: 1.24 to 4.29) (11)

Ciclo mestruale ed età del menarca

La qualità del ciclo mestruale è parte della triade femminile ed è riconosciuta come fattore di rischio per SFx. (18) L'amenorrea, condizione di assenza di ciclo mestruale per almeno 6 mesi, è considerata una condizione in cui la donna possiede livelli di gonadotropine al di sotto della soglia fisiologica, che si traducono in minori livelli ormonali di estrogeni. Questi ultimi sono fattori di regolazione osteoclastica e nella donna amenorreica il rapporto di attività osteoclastica/osteoblastica in risposta a stress meccanici è alterato. (6)

Gli studi in letteratura riportano dati contrastanti: Bennell et al riporta dati di correlazione non significativa tra oligomenorrea o amenorrea e sviluppo di SFx (OR 3.43, 95% CI 0.62 to 18.88). Presenza di oligomenorrea (OR 1.32, 95% CI 0.29 to 5.99) o amenorrea (OR 2.60, 95% CI 0.62 to 10.96) in passato inoltre non sono risultate statisticamente significative. Al contrario Tenforde et al riporta che atlete con età del menarca tardiva (>15 anni) e amenorreiche erano rispettivamente 5 volte (OR 5.30, 95% CI 2.11 to 13.34) e 3 volte (OR 2.73, 95% CI 1.16 to 6.4) più a rischio di sviluppare SFx. (11)

Al contrario Kelsey et al esaminando atlete tra 18 e 26 anni riporta un'associazione di maggiore incidenza tra menarca in giovane età e insorgenza SFx. L'associazione tra età del menarca e SFx risulta quindi controversa. (18)

Indice di massa corporea (BMI)

La letteratura supporta una relazione inversamente correlata tra BMI e rischio di SFx. Tenforde et al riporta un rischio di quasi 3 volte nelle atlete adolescenti di 13-18 anni con BMI <19 (OR 2.76, 95% CI 1.18 to 6.46). (11) Questa relazione si inverte con BMI >30. Viene riscontrato infatti un aumento del rischio di SFx in caso di BMI elevato. Queste due correlazioni sono spiegate con due meccanismi patogenetici differenti. Nel primo caso atlete con BMI basso sono maggiormente suscettibili ai fattori della triade femminile, nel secondo caso soggetti con BMI elevato hanno anche una minore fitness generale e un maggior carico stressante sul tessuto osseo. (18) Pegrum et al riporta un maggior rischio di SFx in donne con BMI <20 e >30. (21)

Composizione corporea

Alcuni studi riportano una correlazione tra composizione corporea (rapporto massa magra/adipe) e rischio di SFx. In particolare un peso basso principalmente con massa magra oppure un elevato peso corporeo con alta massa grassa presentano un aumentato rischio. Atleti con minore massa magra e maggiore massa grassa hanno subiscono un carico osseo maggiore e si affaticano precocemente. Si distinguono nuovamente due categorie di rischio distinte: (i) atleti femmine, a rischio di triade femminile, con bassa massa grassa e conseguente minori riserve energetiche e (ii) atleti non a rischio di triade, con maggiore peso e ridotta fitness in cui il carico stressante osseo aumenta il rischio di SFx. (18)

Densità minerale ossea e contenuto minerale osseo

La relazione tra densità minerale ossea (*bone mineral density*, BMD) e incidenza di SFx è controversa. La BMD è un fattore presente in condizioni para-fisiologiche come osteopenia e osteoporosi. In particolare le donne post menopausa possono essere maggiormente soggette a SFx a causa della ridotta BMD. Allo stesso tempo alcuni studi non riscontrano differenze

significative nell'incidenza di fratture da stress correlate a differenze di BMD. I soggetti degli studi sono però donne pre menopausa.(21)

Età

L'età è un fattore considerato fino a 7 volte più importante della sola BMD. Breer et al afferma in uno studio di 105 pazienti che l'insorgenza di SFx è multifattoriale e l'età non può essere correlata indipendentemente al rischio di SFx. (21) L'età può essere considerato un fattore di confondimento, siccome è direttamente legata alla riduzione di BMD, minore disponibilità di nutrienti e minore fitness generale. (18)

Fattori biomeccanici

Diversi studi hanno cercato di indagare l'associazione tra morfologia ossea, attività muscolare e dinamica articolare con l'insorgenza di SFx, sia in generale sia per sito specifico. La forza muscolare e la capacità di controllo neuromuscolari sono importanti fattori intrinseci che possono rendere un individuo suscettibile a SFx siccome influiscono sulla capacità di dissipazione delle forze stressanti in attività di scatto e salto. Con l'affaticamento muscolare questa capacità dissipativa viene meno e aumentano le forze assorbite dal tessuto osseo. (1) L'eterometria degli arti inferiori, la maggiore altezza dell'arco longitudinale del piede e un eccessivo retropiede varo sono stati identificati come fattori di rischio. Asano et al rileva il piede cavovaro come fattore di rischio poiché la sua struttura più rigida lo rende meno efficiente nel dissipare le forze di carico. (18)

Uno studio retrospettivo con 60 atlete rileva come correre con una eccessiva adduzione di anca ed eversione di retropiede possano contribuire ad aumentare il rischio di SFx. (30)

Uno studio prospettivo su 1065 reclute militari dopo un allenamento di 32 settimane rileva come fattori di rischio biomeccanici per lesione da stress tibiale: (i) ridotta larghezza bimalleolare <74 mm (OR: 0.73 (0.58 to 0.93)), (ii) picco di forza sul tallone >13N/cm² (1.25 (1.07 to 1.46)), (iii) ridotta ROM di rotazione tibiale <13° (0.78 (0.63 to 0.96)). (13)

Uno studio cross sectional ha analizzato 20 atleti maschi sani e 16 atleti maschi con anamnesi di BSI. Nel secondo gruppo sono stati identificati, aggiustando per età e altezza, una minore area di sezione tibiale, minore area corticale tibiale e minore robustezza ossea. (15)

Fattori di rischio estrinseci

Alimentazione

Diversi studi correlano basse dosi di vitamina D con aumentato rischio di incidenza di SFx. Una revisione sistematica con meta-analisi su personale militare correla bassi livelli sierici di 25-idrossivitamina D con una maggiore prevalenza di SFx, sia alla diagnosi, sia all'inizio del reclutamento. È interessante notare in questo studio come questo fattore sia più importante

negli uomini rispetto alle donne, il che fa intuire una maggiore influenza di altri fattori di rischio nelle ultime, e che dipenda anche dalla latitudine, dovuta a una maggiore o minore esposizione solare e conseguenti livelli di vitamina D. (12)

Nieves et al riporta come un maggiore consumo di calcio (Ca), di porzioni di latticini per die, latte scremato, consumo di latte totale e una dieta con elevato consumo di latticini e basso introito di grassi sia fortemente correlata a una minore incidenza di SFx. (14)

Tenforde et al riporta invece come un maggior introito di Ca in atlete femmine sia correlato a un rischio di 3 volte (OR 3.36, 95% CI 1.4 to 7.9) di SFx; questo viene spiegato però dal fatto che le soggette dello studio stessero assumendo Ca come trattamento per una frattura da stress precedente. (11) Un apporto di 1500-2000 mg di Ca al giorno sembra essere protettivo per SFx. (6)

Tipo e frequenza di attività fisica

Tenforde et al correla un'attività di corsa >32 km/sett come fattore che raddoppia il rischio di sviluppare SFx (OR 2.40; 95% CI 1.20 to 4.82); questo valore aumenta fino a 3 volte nelle atlete femmine (OR 3.08, 95% CI 1.31 to 7.20) comparate con atlete che correvano meno di 32 km/sett. (31)

La frequenza di allenamenti è anche identificata come fattore di rischio; sono riportati inoltre cambiamenti recenti dell'intensità degli allenamenti. Chen et al riscontra un insufficiente riposo tra periodi di allenamento come potenziale rischio per SFx. Diversi studi correlano anche una variazione di intensità degli allenamenti come particolare fattore di rischio. (18)

Contraccettivi orali

L'utilizzo di contraccettivi orali è controverso. Wright et al in una revisione con meta analisi non riscontrano una correlazione. (11) Uno studio del 2007 su atlete di corsa campestre osserva che la non assunzione di contraccettivi orali correlava con un maggiore rischio di SFx, anche se questo può essere considerato un fattore di confondimento statisticamente non significativo, legato all'età e allo status mestruale. (18)

La triade femminile

L'insorgenza delle fratture da stress è di tipo multifattoriale, influenzata da molteplici fattori di rischio. In letteratura è riconosciuta la cosiddetta triade femminile, descritta per la prima volta nel 1992, è una sindrome caratterizzata da scarsa densità minerale ossea, irregolarità o assenza di ciclo mestruale e disordini o deficit nutrizionali, organizzati secondo un continuum. (10) La triade può presentarsi nell'atleta con 1 o più di questi fattori, a cui si associa un maggiore rischio al crescere degli stessi. (19) Questi fattori di rischio non sono indipendenti rispetto alle fratture da stress ma sono inter correlati, in quanto la presenza di uno può determinare la comparsa degli altri. Altri fattori influenti sono l'età e il BMI ridotto; si ritrova

infatti il riferimento al “quintetto femminile” (“*female quintuple*”) per descrivere il complesso rapporto tra questi 5 fattori di rischio nella donna. (21)

Il fattore che maggiormente influisce sull'insorgenza della triade è la scarsa disponibilità energetica, dovuta a disturbi dell'alimentazione (tra gli atleti d'élite la prevalenza di anoressia nervosa o bulimia nervosa è di 13.5% vs 3.1% nella popolazione generale) o insufficiente introito di cibo per bilanciare il dispendio calorico dovuto all'allenamento. Per consentire un fisiologico ciclo mestruale è necessario il rilascio da parte dell'ipotalamo di gonadotropine che stimoleranno a loro volta l'ipofisi a secernere gli ormoni follicolo stimolanti e luteinizzanti. Se l'organismo non riceve sufficiente energia, la funzione ipotalamo-ipofisi viene alterata, per permettere ad altri meccanismi vitali di continuare. Viene inoltre attivato l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene, che aumenterà in circolo i livelli di cortisolo. Fattori di stress psicogenici possono ulteriormente influenzare la disfunzione mestruale. La densità minerale ossea è influenzata direttamente dalla scarsa disponibilità energetica, tramite ormoni metabolici come il calo dell'IGF-1 (insulinlike growth factor 1) e leptina, oltre a una minore disponibilità di calcio, e indirettamente tramite la disfunzione mestruale, poiché il minore livello estrogenico ha un effetto di riduzione dell'inibizione osteoclastica, risultando in un aumento della catalisi ossea. (17)

Diagnosi

La diagnosi delle fratture da stress viene eseguita tramite un'accurata anamnesi, per indagare i possibili fattori di rischio, un esame fisico approfondito e l'utilizzo eventuale di diagnostica per immagini. Una diagnosi precoce è fondamentale per permettere maggiori probabilità di successo del trattamento conservativo.

Anamnesi

Gli atleti colpiti da frattura da stress riportano dolore con insorgenza insidiosa, localizzato a un'area specifica, che peggiora con l'attività e di solito migliora con il riposo. Inizialmente il dolore è associato esclusivamente all'attività sportiva e può associarsi a dolorabilità muscolare localizzata. Il persistere dell'attività e dei sintomi può essere tale da precludere la performance sportiva. Gli atleti con SFX solitamente non riferiscono un episodio traumatico. In coloro che continuano gli allenamenti senza modifiche la frattura da stress può evolvere causando sintomi sempre più precoci durante l'attività sportiva, fino a insorgere poi nelle attività della vita quotidiana e, nei casi più gravi, il dolore può diventare costante. (1,6)

È importante indagare tutti i fattori di rischio intrinseci ed estrinseci che possono rendere l'individuo suscettibile a frattura da stress. In particolare negli atleti bisogna indagare le caratteristiche del programma di allenamento: riposo adeguato tra le sessioni, cambi di intensità, frequenza, modalità o terreno, ricambio e utilizzo corretto dell'equipaggiamento

sportivo (scarpe da corsa); è molto frequente riscontrare in anamnesi un cambiamento recente nell'attività sportiva. Nelle atlete femmine bisogna inoltre indagare le caratteristiche della triade femminile, comportamento alimentare, eventuali esami di densitometria ossea e regolarità mestruale. (2,6,20)

Bisogna considerare in diagnosi differenziale patologie come infezioni, tumore, tendinopatia, periostite, osteoma osteoide, distorsioni, sindrome compartimentale da sforzo e claudicatio intermittente. (25)

Esame fisico

L'ispezione visiva e la palpazione possono riscontrare un'area dolorosa localizzata, caratterizzata in alcuni casi da gonfiore, rossore e calore, in particolare nelle ossa più superficiali (margine anteriore tibiale, ossa tarsali). La dolorabilità alla palpazione è l'elemento più importante riscontrabile nell'esame fisico, in particolare se concentrato in un'area minore di 5 cm. (22) Nelle ossa situate in profondità, come a esempio il collo femorale, ove la palpazione risulta impossibile, esistono dei test clinici per identificare una possibile frattura da stress, sebbene abbiamo una affidabilità inferiore. Questi sono il Fulcrum test e l'Single leg hop test: il primo consiste nell'applicare una forza nel capo distale dell'osso mentre con l'altra mano si applica un fulcro nella porzione mediale del segmento; il secondo consiste nel far eseguire al paziente dei saltelli in monopodica. (2,5,25) Una revisione sistematica di Schneiders et al analizza l'affidabilità di test diagnostici clinici che utilizzano gli ultrasuoni terapeutici e il tuning fork test. I valori psicometrici ottenuti sono stati: per gli ultrasuoni sensibilità 64% (CI: 55-73%), specificità 63% (CI: 54-71%), LR+ 2.1 (95% CI: 1.1-3.5%), LR- 0.3 (95% CI: 0.1, 0.9), in questo caso i valori sono piuttosto bassi e non è consigliato l'utilizzo; per il tuning fork test i valori sono sensibilità da 35% a 92%, specificità da 19% a 83%, LR+ da 0.6 a 3.0, LR- da 0.4 a 1.6, anche in questo caso i valori sono piuttosto bassi e l'utilizzo singolo del tuning fork test non è consigliato, tuttavia la sensibilità è abbastanza alta da poter essere utilizzato come un veloce test di screening preliminare. (24)

È possibile testare il ROM passivo delle articolazioni vicine alla zona dolorosa, per valutare la presenza di un arco di movimento doloroso. È importante inoltre una valutazione accurata di tutta la catena cinetica dell'arto inferiore, eventuale eterometria degli arti inferiori, conformazione del ginocchio (varo o valgo), angolo Q, conformazione delle arcate del piede (cavo o piatto), angolo di antiversione femorale. (2,3) Un'analisi del cammino e corsa su treadmill può essere utile per identificare eventuali deficit funzionali. (5)

Imaging

Per quanto riguarda la diagnostica per immagini lo strumento di prima linea è la radiografia tradizionale, in quanto rapida, economica e, se positiva, risparmia la necessità di ulteriori indagini strumentali. Bisogna considerare tuttavia il fatto che circa il 70% delle radiografie è negativo alla prima manifestazione dei sintomi (sensibilità 15-35% in caso di frattura da stress. Una revisione sistematica di Wright et al riscontra valori di sensibilità da 12% e 56% e specificità da 88% a 96%. (23) Se il quadro clinico è suggestivo per Sfx è consigliato ripetere una seconda radiografia dopo almeno due settimane.



Figura 2 La "dreaded black line".

(21,22,25,32) La radiografia può essere negativa anche dopo 3 mesi dall'insorgenza dei sintomi o non essere visibile affatto nel caso il paziente modifichi le sue attività a causa del dolore. (4,21) Un reperto osservabile precocemente nonostante la negatività della radiografia è la formazione di nuovo tessuto osseo periostale. Altri reperti possono essere un margine corticale irregolare e osteopenia. (2) In caso di positività si può riscontrare nella radiografia una linea di frattura sottile, la "temuta linea nera" (*dreaded black line*), segno patognomonico di frattura da stress. (1,22) [Fig. 2]

La scintigrafia è un esame molto sensibile per questo tipo di patologia, con valori da 84 a 100% nei primi tre giorni dall'insorgenza dei sintomi, in grado di localizzare aree con aumentato metabolismo osseo. Per questa caratteristica è allo stesso tempo un esame poco specifico, poiché svariate condizioni possono causare un aumento del metabolismo, come infezioni, neoplasie o patologie reumatologiche. Wright et al riscontra sensibilità da 50% a 97% e specificità da 33% a 98%. (23) È un esame poco utilizzato poiché sostituito dalla più accurata risonanza magnetica. È tuttavia possibile utilizzarla in caso di sospetto di fratture da stress multiple e per distinguere una Sfx tibiale dalla *medial tibial stress syndrome* (MTSS). (21,25) Il Gold standard per la diagnosi di frattura da stress è la risonanza magnetica (MRI) grazie alla sua alta sensibilità (fino al 99%) e specificità, oltre alla capacità di diagnosi precoce. Wright et al riscontra sensibilità da 68% a 99% e specificità da 4% a 97%. (23) La MRI è in grado di differenziare tra reazione ossea da stress, caratterizzata da aumentato turnover osseo ed edema midollare o periostale, e frattura da stress, con la sua peculiare linea di frattura. (25) I vantaggi della MRI sono inoltre il non esporre il paziente a radiazioni ionizzanti e la visualizzazione dei tessuti molli, permettendo l'esclusione di fattori patologici locali. La MRI viene inoltre utilizzata in diverse scale di grading per la severità delle fratture da stress. (1,20,21,32)

La tomografia computerizzata (CT) può essere utilizzata e in certi casi possiede dei vantaggi rispetto alla MRI. Il costo è ridotto ed è maggiormente disponibile nelle strutture sanitarie; inoltre è utile per analizzare le fratture da stress in zone ad alto rischio (rachide, pelvi, sacro, fratture da stress corticali longitudinali) ed è in grado di distinguere fratture complete da quelle incomplete. (25) Wright et al riscontra sensibilità da 32% a 38% e specificità da 88% a 98%. (23) Permette l'osservazione della localizzazione, orientamento, estensione e segni di guarigione. (1) Una MRI positiva in presenza di CT negativa indica una reazione ossea da stress, con prognosi migliore. (20)

L'ecografia a ultrasuoni (US) è stata proposta per indagare fratture da stress superficiali, a esempio quelle metatarsali, come alternativa alla MRI. La sua efficacia è ancora dibattuta e necessita di ulteriore ricerca. (20,21,25) Wright et al riscontra sensibilità da 43% a 99% e specificità da 13% a 79%. (23)

Classificazione

La classificazione delle fratture da stress, basata su tipo, collocazione, grado e rischio, è fondamentale per impostare una strategia di trattamento e ipotizzare una possibile prognosi e ritorno all'attività sportiva. L'imaging utilizzato per questo tipo di patologia è variato e migliorato nel tempo, permettendo una diagnosi precoce e più accurata. Sebbene non esista un gold standard, diverse scale di grading basate su MRI o radiografia sono state proposte. (25)

Tipologia: fratture da fatica vs fratture da insufficienza

La prima grande classificazione che può essere eseguita per orientare il ragionamento clinico del terapeuta è suddividere le fratture da stress in fratture da fatica e da insufficienza. La prima categoria è solitamente presente in atleti giovani, dove il carico ciclico dell'attività sportiva, unito a un insufficiente periodo di riposo, supera la capacità di carico locale del tessuto osseo; l'attività osteoclastica sovrasta l'attività degli osteoblasti, indebolendo l'osso e, se il carico permane, risultando in una frattura da stress. La seconda categoria è composta principalmente da donne in età più avanzata, spesso post menopausa, con densità minerale ossea bassa dovuta a osteoporosi o altre condizioni. In questo caso il carico seppur fisiologico supera la capacità di carico ridotta del tessuto osseo, risultando in una frattura da stress. (25)

Bisogna considerare il fatto che, pur essendo una classificazione veloce e immediata, può essere troppo riduttiva e semplificativa. La salute del tessuto osseo, come quella di tutti gli altri tessuti, è disposta su un continuum e non è una condizione dicotomica. Questo fa sì che la frattura da insufficienza, ossia una condizione di diminuita capacità di carico tissutale, possa avvenire anche in atleti giovani con una condizione ossea non ottimale, come a esempio le atlete femmine colpite dalla triade, dove la densità minerale ossea diminuisce. In questo caso si può avere una compresenza delle due condizioni di carico ciclico eccessivo e bassa BMD,

che porterà a una frattura da stress con meccanismo fisiopatologico da fatica unito a insufficienza del tessuto locale.

Grading

Le fratture da stress possono essere classificate in alto e basso grado tramite scintigrafia e MRI. Quelle a basso grado in scintigrafia presentano un assorbimento irregolare in un'area poco definita rispetto al controlaterale, mentre le fratture ad alto grado hanno un'area ben definita di aumentata attività. Le fratture a basso grado in MRI presentano un'iperintensità di segnale nelle sequenze T2 pesate con segni di edema osseo midollare mentre in quelle ad alto grado si osserva edema osseo midollare in T1 e T2, con o senza linea di frattura. (25)

La tabella 1 riporta le principali scale per misurare la gravità delle fratture da stress proposte in letteratura basate su risonanza magnetica o radiografia tradizionale. (2,19,25) Uno studio di Dobrindt et al dimostra come la classificazione basso e alto grado basata su imaging abbia una capacità prognostica per quanto riguarda il tempo di ritorno allo sport (RTS). Il tempo nei due gruppi è stato rispettivamente di 95 e 143 giorni ($p < 0.01$). (25)

Grado	Fredericson et al. (MRI, frattura tibiale)	Arendt et al. (MRI)	Arendt et al. (Rx)	Nattiv et al. (MRI)	Kaeding and Miller (Rx)
1	Edema periostale	Segni positivi in STIR	Normale	Edema midollare o periostale lieve in T2 con T1 normale	Asintomatico con Rx negativa
2	Edema midollare osseo visibile in T2	STIR positivo e T2 pesata positiva	Normale	Edema midollare o periostale moderato con T2 positiva e T1 normale	Dolore con Rx negativa
3	Edema midollare osseo visibile in T1 e T2	STIR positivo con T1 e T2 positivi, senza segni corticali	Reazione periostale	Edema midollare o periostale grave in T2 e T1	Frattura non scomposta in Rx
4	Segni anormalità intracorticale	Linea di frattura in T1 e T2	Lesione o reazione periostale	Edema midollare o periostale grave con linea di frattura in T2 e T1	Frattura scomposta in Rx
5					Non unione sclerotica

Tabella 1: Diverse scale di grading basate su risonanza magnetica o radiografia

Stratificazione del rischio

Le fratture da stress sono classificate tipicamente in alto e basso rischio in base al rischio di propagazione, scomposizione, ritardo di consolidamento e non unione della rima di frattura. Il livello di rischio dipende inoltre dalla vascolarizzazione locale e dalla compressione o

Tabella 2	
Alto rischio	Basso rischio
Zona tensiva	Zona compressiva
Prognosi sfavorevole	Prognosi favorevole
Chirurgia o non carico	Trattamento conservativo

tensione a cui è sottoposta la frattura a seconda della sua localizzazione. Le fratture ad alto rischio tipicamente si trovano nella porzione ossea sottoposta a tensione, hanno prognosi sfavorevole e richiedono trattamenti intensivi, che possono essere un'astensione totale dal

carico o chirurgia. Hanno la caratteristica di progredire verso una frattura completa (5° metatarso), una consolidazione ritardata (corteccia tibiale anteriore) o una non unione (navicolare). Le fratture a basso rischio si trovano solitamente nella porzione sottoposta a compressione, hanno prognosi favorevole e si risolvono con il trattamento conservativo. (Tabella 2). (1,25)

Le fratture ad alto rischio sono tipicamente: collo femorale, testa femorale, rotula, corticale tibiale anteriore, malleolo mediale, astragalo, navicolare, 5° metatarso, ossa sesamoidi dell'alluce. Le fratture a basso rischio sono la diafisi femorale, tibia mediale, perone, malleolo laterale, calcagno e ossa metatarsali dal 1° al 4°. (1,2,6,20,33) Si ritrova talvolta in letteratura una terza categoria a medio rischio nella quale rientrano in questo caso le fratture della diafisi femorale, pelvi, tibia posteromediale, malleolo mediale e 5° metatarso prossimale. (5,25)

Trattamento

Principi generali di trattamento

Il trattamento delle fratture da stress deve essere di tipo multidisciplinare, prendendo in considerazione tutte le possibili cause della lesione, con un team formato da ortopedico, fisioterapista, endocrinologo, ginecologo, reumatologo, nutrizionista e psicologo. (25) Se il paziente presenta una anamnesi positiva per Sfx o la frattura si trova in tessuto osseo trabecolare è consigliata una valutazione della densità minerale ossea. Se questa risulta positiva per bassa BMD bisogna trattarne la causa, che può essere bassa disponibilità energetica (su base nutrizionale) o patologie del metabolismo osseo. (2) Il trattamento farmacologico può essere preso in considerazione con l'utilizzo di bifosfonati, tra cui il Pamidronato, che si è rivelato essere efficace nella riduzione del dolore nelle attività sport specifiche. (25)

Inizialmente è fondamentale una gestione del carico e una modifica delle attività. È consigliata un'iniziale astensione dall'attività sportiva per 6-8 settimane, con tempistiche basate sulla gravità e il grado di rischi della Sfx. Se è presente dolore durante il cammino è consigliato l'utilizzo di stampelle o una totale astensione dal carico. (2,25)

In letteratura il trattamento delle fratture da stress è solitamente suddiviso in base alla categoria di alto o basso rischio, la cui gestione specifica dipende poi dalla localizzazione.

Per le fratture a basso rischio è importante una valutazione funzionale della dinamica biomeccanica dell'attività sportiva. Questo per ridurre l'accumulo di microtraumi e facilitare la risposta di guarigione. È importante correggere i parametri dell'allenamento, intensità, frequenza e modalità per prevenire ulteriori Sfx e gestire correttamente il carico. La prevenzione è fondamentale, in particolare in soggetti sportivi amatoriali che si sottopongono ad attività non abituali. Anche la valutazione dell'attrezzatura (scarpe da corsa, ortesi, equipaggiamento sportivo) è da prendere in considerazione. (1) La periodizzazione

dell'allenamento è un metodo che consente di massimizzare l'aumento della performance prevenendo i rischi di sviluppare lesioni; consiste nell'aumentare gradualmente l'intensità di allenamento nel corso di 3 settimane a cui segue un periodo di riposo relativo. Questo metodo è stato introdotto nell'allenamento delle reclute militari quando si è osservato un aumento dell'incidenza di SFx, permettendo di quasi dimezzarne il numero con l'introduzione di giorni di riposo, da 7% a 3,8%. (21) Fredericson propone un trattamento in due fasi per le fratture a basso rischio: (i) una prima fase di controllo del dolore, tramite fisioterapia, antiinfiammatori non steroidei (NSAID) e ghiaccio. Il carico è consentito in base al dolore. L'attività sportiva provocativa viene interrotta. Se il cammino senza dolore non è possibile, si può utilizzare un ortesi tipo gambaletto per l'immobilizzazione. Si inizia un programma di attività personalizzato per mantenere forza e fitness senza applicare un carico eccessivo al sistema scheletrico; si possono utilizzare corsa in acqua, macchina ellittica, cyclette, macchina per le scale e treadmill con riduzione di peso. La seconda fase è un graduale ritorno allo sport, da quando l'atleta è senza dolore da almeno 10-14 giorni. Come regola, dopo 1 settimana dalla risoluzione del dolore osseo locale l'atleta può tornare a correre, con la metà della solita velocità e distanza, con frequenza a giorni alterni per le prime 2 settimane. Poi in un periodo da 3 a 6 settimane si può gradualmente aumentare la distanza e la frequenza. (5)

McCormick propone un diagramma generale per il trattamento delle fratture da stress. [Fig. 3] Esso prevede la classificazione del quadro clinico in frattura ad alto o basso rischio, in base al segmento colpito e alla localizzazione. Le fratture a basso rischio sintomatiche generalmente vengono trattate con una modifica delle attività e gestione del carico, con rivalutazione continua del quadro specifico; quelle non sintomatiche prevedono un graduale ritorno all'attività sportiva. Le fratture ad alto rischio necessitano di un approccio più attento: nel caso di fratture localizzate in zone ad alto rischio, solitamente nella zona tensiva dell'osso, è preferibile un trattamento chirurgico in accordo con il chirurgo ortopedico; le fratture in zone

compressive richiedono un'astensione dal carico per un certo periodo, con eventuale immobilizzazione, seguita dalla riabilitazione per il ritorno all'attività. (6)

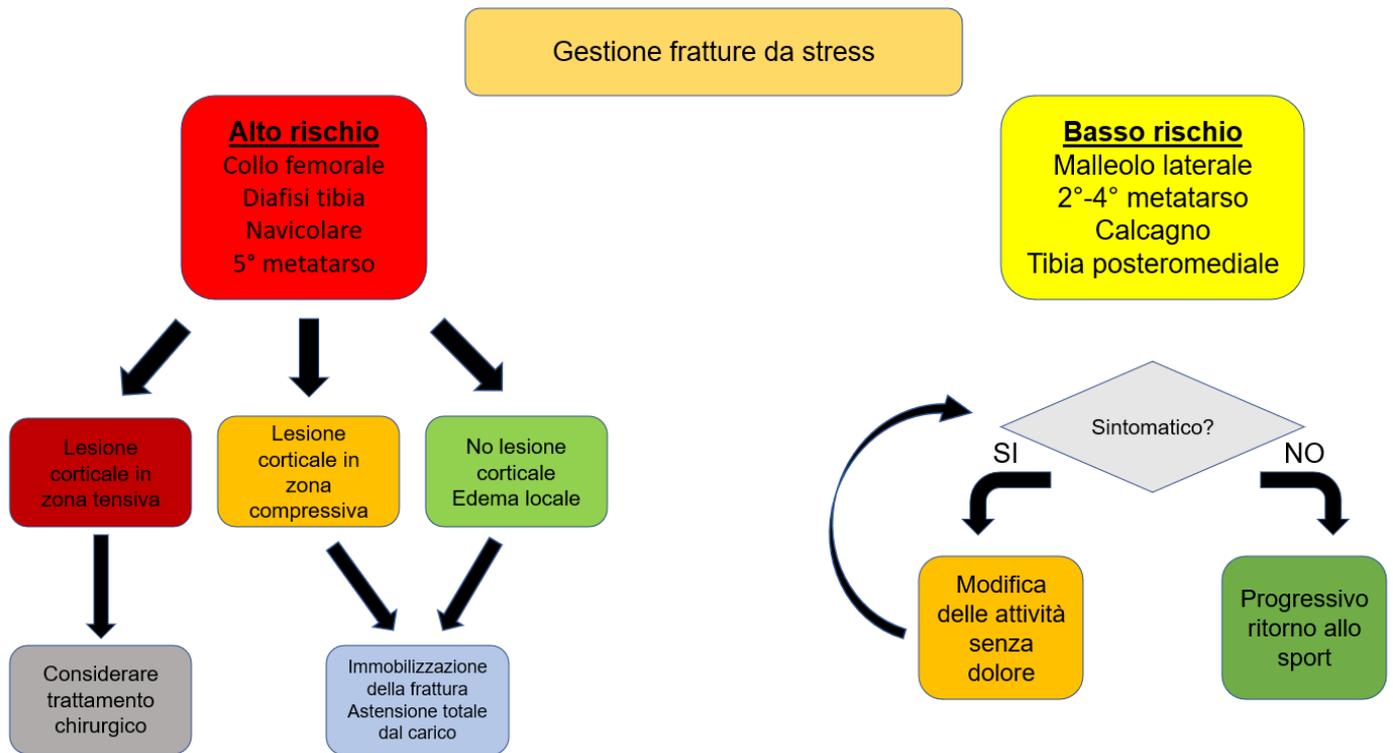


Figura 3 Schema generale di gestione delle fratture da stress

Strategie di trattamento

Allenamento contro resistenza

L'allenamento contro resistenza è spesso integrato nel trattamento delle fratture da stress, con lo scopo di aumentare la forza muscolare e la densità minerale ossea. La riduzione della forza muscolare è infatti un fattore di rischio per l'insorgenza di fratture da stress, poiché causa l'alterazione della dinamica della corsa o del gesto sportivo, che può aumentare gli stress a livello osseo. Anche la ridotta BMD è un fattore di rischio per l'insorgenza di SFx e diversi studi dimostrano l'aumento di questa a seguito di un programma di allenamento muscolare contro resistenza; sebbene molti di questi siano stati svolti su donne in menopausa, con potenziale di aumento della BMD maggiore, aumenti di questa sono stati osservati anche in soggetti più giovani. L'allenamento contro resistenza è anche stato associato a un aumento dell'efficienza del consumo di ossigeno durante la corsa. (26)

Allenamento resistenza muscolare

Una delle funzioni principali del muscolo è l'assorbimento delle forze di impatto durante la corsa o l'attività sportiva. A seguito di affaticamento del muscolo questa funzione viene meno

e consegue una maggiore trasmissione delle forze all'osso. La fatica muscolare è stata associata a una maggiore forza di reazione del terreno verticale durante la fase di appoggio della corsa. L'allenamento della resistenza muscolare è dunque un'importante fattore per la riabilitazione dopo frattura da stress. Questa viene aumentata con esercizi ad alte ripetizioni e basso carico, con intensità e numero che variano da 10 a 15 per atleti principianti e da 10 a 25 per atleti più esperti. (26)

Stabilità e controllo lombopelvico

La forza e controllo neuromuscolare dei segmenti prossimali della catena cinetica dell'arto inferiore, i quali includono i muscoli addominali e del cingolo pelvico, aumentano la coordinazione e migliorano il movimento, oltre ad aumentare la capacità di assorbire le forze di impatto. I muscoli trasverso dell'addome e obliquo interno si attivano prima del movimento dell'arto, e una debolezza della muscolatura del cingolo pelvico e degli extrarotatori di anca è stata associata a patologie da overuse come la sindrome patellofemorale e della bantelletta ileotibiale. Un rinforzo di questi muscoli riduce le forze di stress in adduzione e intrarotazione dell'arto inferiore durante la corsa e l'attività sportiva. (26)

Allenamento di equilibrio e propiocezione

L'allenamento neuromuscolare, che include la propiocezione, l'equilibrio e il controllo muscolare, è una componente essenziale della riabilitazione a seguito di frattura da stress. Gli input propriocettivi dai tendini, muscoli e articolazioni forniscono al sistema nervoso centrale informazione per coordinare la complessa catena cinetica dell'arto inferiore durante attività come la corsa, di particolare importanza nelle attività di corsa campestre e in montagna, che necessitano un costante adattamento alla superficie del terreno. L'allenamento dell'equilibrio e propiocezione può cominciare con semplici esercizi come stare su una gamba sola, per poi progredire con tavolette propriocettive o altre superfici instabili. (26)

Flessibilità

L'allenamento della flessibilità mira a risolvere limitazioni del ROM e aumentare l'estensibilità di muscoli e tendini che possono altrimenti dispensare un maggiore stress alle ossa adiacenti. Durante la corsa i movimenti sul piano sagittale, tra cui la flessione di anca, flessione di ginocchio, dorsiflessione di caviglia e pronazione della sottoastragala, non solo mantengono il centro di gravità più basso durante il contatto iniziale del tallone ma aiutano a disperdere le forze di impatto. Una restrizione di movimento può limitare questa capacità di assorbimento degli stress. Un accorciamento del tricipite surale può aumentare la tensione a livello della tibia ed è un fattore di rischio per lo sviluppo della sindrome da stress tibiale mediale (MTSS), la quale può eventualmente evolvere in frattura da stress. (26)

Rieducazione dell'andatura

La modifica dell'andatura della corsa può essere un fattore importante per ridurre le forze di impatto verticale e i picchi di forza. È stato dimostrato che la modifica di questa può essere mantenuta fino a 1 mese, anche se l'effettiva efficacia nel prevenire le fratture da stress tibiali non è ancora dimostrata. (26)

Gestione sito specifica

Femore

La frattura da stress del collo femorale è poco frequente, ma può essere fonte di importante disabilità nell'atleta. È riportata una prevalenza del 5% su un gruppo di 1049 fratture da stress, ma alcuni autori suggeriscono una sottostima di questo valore a causa delle mancate diagnosi. (2) Altre fonti riportano una prevalenza del 10% sul totale delle fratture da stress. (3) La presentazione clinica di questo tipo di fratture è insidiosa e per questo la diagnosi è spesso ritardata, il che può dare vita a complicanze. Le più gravi sono la pseudoartrosi, osteonecrosi avascolare, cambiamenti artrici e impingement. La prevalenza di queste complicanze varia da 20 a 86%, più frequenti in caso di frattura scomposta. (2–4,6,20) Il collo femorale è sottoposto a carichi diverse volte il peso corporeo e a forze compressive e tensive, che provocheranno diverse tipologie di lesione. Le forze tensili agiscono sulla porzione superiore del collo femorale mentre quelle compressive nella porzione inferiore. (2) Le fratture che si trovano nella porzione tensiva sono considerate ad alto rischio di progressione, così come quelle nella zona compressiva che si estendono per più del 50% della larghezza del collo femorale. Le fratture che si trovano nella parte compressiva estese meno del 50% sono considerate a basso rischio. Questo è basato sulla Classificazione del Naval Medical Center San Diego che è stata sviluppata per classificare e fornire un protocollo di gestione delle fratture del collo femorale. Se la diagnostica per immagini (inizialmente radiografia, poi MRI

successiva se questa risultasse negativa) rileva una frattura ad alto rischio è consigliato il trattamento chirurgico, altrimenti si procede con il trattamento conservativo. (6,25) [Fig. 4]

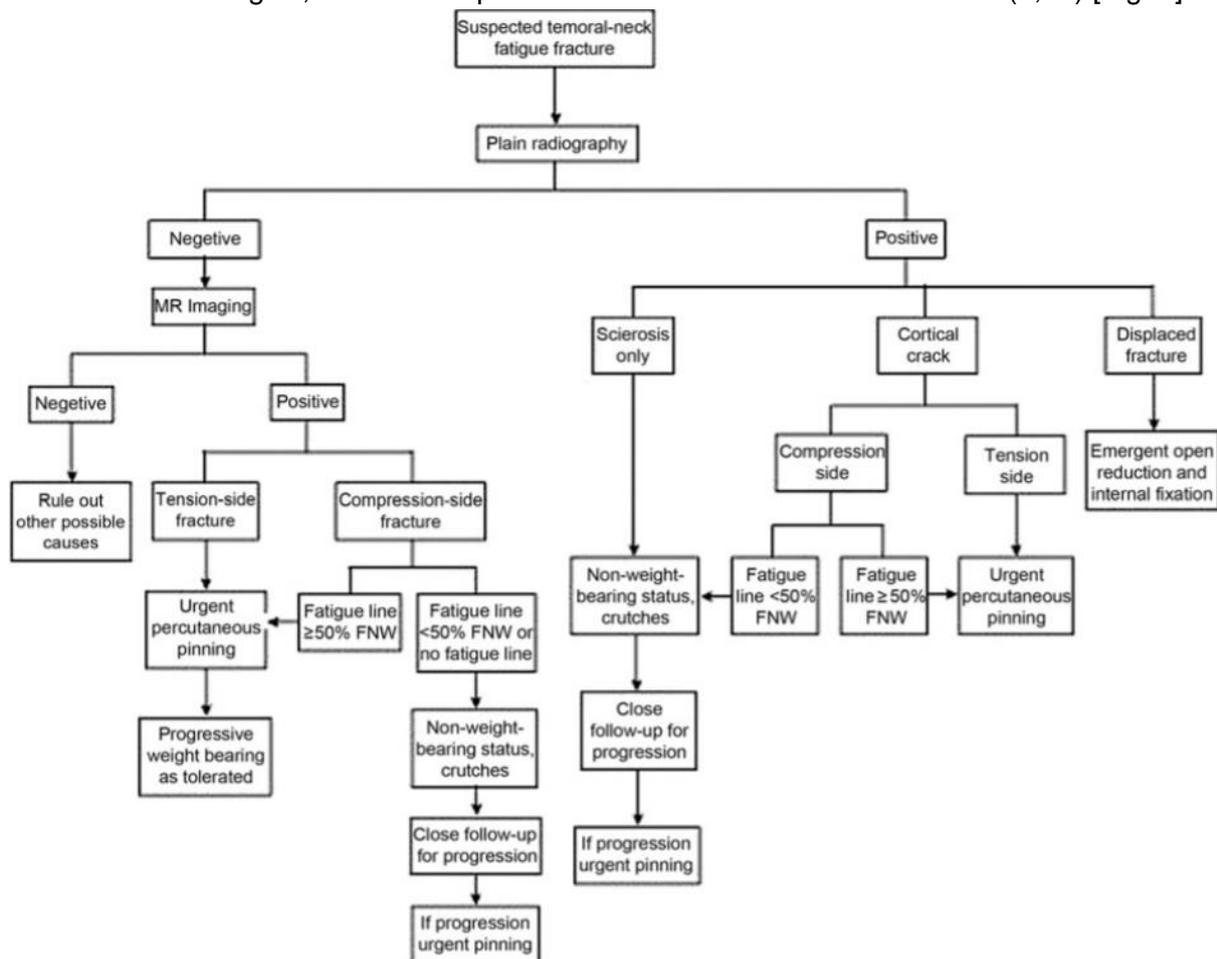


Figura 4 Schema di screening delle fratture da stress del collo femorale del San Diego Naval Medical Center.

Il paziente spesso riferisce dolore inguinale anteriore che peggiora con l'attività e difficoltà a mantenere il carico. La palpazione è raramente provocativa, mentre talvolta può esserlo il log roll o l'active straight leg raise. La mobilizzazione passiva può essere dolorosa ai massimi gradi di movimenti e spesso rileva una riduzione del ROM in rotazione, in particolare la rotazione interna. (2,3,5,6)

Il trattamento conservativo delle fratture nella zona compressiva si basa su un iniziale gestione del carico e modifica delle attività, che può variare da un riposo relativo a una totale astensione dal carico con utilizzo di stampelle, a seconda della sintomatologia del paziente. L'astensione dal carico è consigliata per un periodo di 4-6 settimane. (3) In questo periodo si possono eseguire attività senza carico come nuoto o cyclette, per mantenere il livello di fitness generale. (5) Il ritorno allo sport comincia dopo un periodo di 2-3 mesi, con la ripresa di attività a carico leggero, se è assente dolore alla palpazione, non vi è dolore al carico e a seguito di evidenza clinica e radiografica di completo consolidamento della frattura. (2,5,19) Viene consigliato

eeguire radiografie di controllo per monitorare le fratture da stress trattate conservativamente durante il percorso di riabilitativo e mantenete un follow up di almeno 2 anni. (2,25)

Il trattamento delle fratture ad alto rischio nella zona tensiva o compressiva >50% deve essere gestito in accordo con il medico ortopedico per prendere in considerazione l'intervento chirurgico. Questo può essere eseguito per diverse ragioni: (i) a seguito del fallimento del trattamento conservativo, (ii) come stabilizzazione preventiva di una frattura da stress ritenuta ad alto rischio, (iii) in caso di frattura scomposta o pseudoartrosi. (5) Segue un periodo di astensione dal carico di almeno 6 settimane, con un recupero progressivo del carico nelle 6 settimane successive. (3)

Le fratture da stress nella diafisi femorale sono considerate a basso rischio e vengono solitamente trattate conservativamente. A causa della conformazione del femore, il quale presenta una forma ad arco con la convessità anterolaterale, durante attività in carico esso è sottoposto nella porzione mediale a forze di compressione mentre in quella laterale a forze tensive. Durante l'anamnesi l'atleta solitamente lamenta un dolore dall'insorgenza insidiosa e scarsamente localizzabile alla coscia. Inizialmente è correlato all'attività sportiva per poi presentarsi anche durante il cammino e a riposo. L'esame fisico raramente presenta palpazione positiva, gonfiore o limitazioni del ROM; il fulcrum test e il single leg hop test possono essere positivi. Nel caso non ci siano segni di lesione corticale completa o scomposizione all'imaging, una volta che il paziente è in grado di deambulare senza dolore, è possibile iniziare un programma di allenamento funzionale. Quando l'allenamento in carico è senza dolore si può ricominciare l'attività sportiva. Solitamente un programma di riabilitazione dura dalle 8 alle 12 settimane. (3,5)

Tibia

La tibia è la sede più comune di fratture da stress, con una prevalenza di circa il 50% del totale. La maggior parte di queste tuttavia avviene nel margine posteromediale, in direzione trasversale rispetto alla corticale ossea; questo tipo di fratture sono considerate a basso rischio perché localizzate in una zona compressiva. Il restante avviene nel margine anteriore, una zona sottoposta a forze di tensione; questo tipo di fratture è considerata ad alto rischio di non unione e richiede un trattamento più intensivo. (2,3,6)

È importante considerare in diagnosi differenziale condizioni dolorose che colpiscono la gamba, prima tra tutte la "*medial tibial stress syndrome*" (MTSS), sindrome da stress tibiale mediale, definita anche in letteratura come periostite tibiale. Questa patologia è considerata la più prevalente tra la popolazione di corridori, con un'incidenza che varia da 13,6% al 20% e una prevalenza di 9,5%. (22) Si presenta con un dolore sulla faccia posteromediale della gamba, che insorge in seguito all'attività sportiva. Segno distintivo rispetto alle SFx è il fatto che il dolore permanga anche ore dopo la cessazione dell'attività e sia presente con la

deambulazione. (2,5) Il dolore può talvolta essere provocato da test di contrazione muscolare, in particolare quei muscoli che originano dalla faccia posteromediale della tibia come il soleo, il tibiale posteriore e il flessore lungo delle dita. (5) Il dolore si presenta in un'area diffusa nel terzo medio e distale, ampia diversi centimetri, mentre nelle fratture da stress è solitamente localizzato; inoltre la MTSS raramente presenta dolore nel terzo prossimale al contrario delle SFx. (2,5,22) Nelle fratture da stress è più probabile rilevare all'esame fisico dolorabilità diretta e indiretta (a distanza) con la percussione ossea, al contrario della MTSS. (5) Fredericson descrive un continuum di patologia ossea da overuse che va da uno stadio iniziale rappresentato dalla MTSS, dove non c'è evidenza di lesione ossea, alla frattura da stress franca. (4) Altre patologie da tenere in considerazione in diagnosi differenziale sono neoplasie, lesioni muscolari, sindrome compartimentale da sforzo e sindrome da entrapment dell'arteria poplitea. (2,5)

Le fratture posteromediali a basso rischio sono solitamente trattate conservativamente. Anche in questo caso è importante la gestione del carico e modifica delle attività. Nei casi più severi può essere indicato un periodo di immobilizzazione. (3) È consigliato un periodo di riposo da 2 a 6 settimane, o fino a 12 nei casi più gravi, a cui segue un programma di esercizi a basso impatto e un graduale ritorno ad attività funzionali. (2,5) Il ritorno allo sport avviene dopo 8-12 settimane o 4-6 mesi a seconda degli autori; in ogni caso l'intensità viene aumentata in modo graduale nel tempo. (3,4) Si ritrova in letteratura l'utilizzo di tutori pneumatici, elettromagnetoterapia ultrasuoni e onde d'urto extracorporee. (3,20)

La frattura del margine anteriore tibiale è considerata ad alto rischio di non unione o consolidamento ritardato. Essa è prevalente negli atleti che svolgono attività di salto ed è più rara nella popolazione di corridori. (4,5) È consigliato eseguire una radiografia per identificare il segno patognomiconico della "*dreaded black line*", la rima di frattura perpendicolare al margine osseo. Bisogna considerare che la Rx tradizionale può essere però negativa anche a 2-3 settimane dall'insorgenza dei sintomi; in questo caso è richiesta una risonanza magnetica per confermare la diagnosi. (2,5,6) All'anamnesi il paziente descrive un dolore anteriore alla gamba, scarsamente localizzabile. L'esame obiettivo risconterà una dolorabilità localizzata, con possibile gonfiore e arrossamento. (2,6)

La gestione delle fratture ad alto rischio prevede un referral iniziale con il chirurgo ortopedico per considerare l'opzione di trattamento cruento. Nel caso si decida di iniziare il trattamento conservativo, è necessario un periodo iniziale di astensione dall'attività sportiva e dal carico, con immobilizzazione per 6-8 settimane. (5) Segue poi un graduale ritorno all'attività funzionale, con trattamenti che includono l'utilizzo di tutori pneumatici ed elettrostimolazione. Il ritorno alla partecipazione avviene dopo circa 8 mesi dalla diagnosi. (2,5) In atleti professionisti è spesso presa in considerazione l'opzione di stabilizzazione chirurgica, la quale ha ottime percentuali di successo e riduce di molto il tempo di ritorno allo sport. Questa può

essere eseguita tramite chiodo endomidollare minimamente invasivo, con unione radiologica a 3 mesi e ritorno allo sport in 4 mesi, o con placca anteriore. (2,20) L'intervento chirurgico è indicato anche in quei casi che falliscono il trattamento conservativo dopo 6 mesi. (25)

Perone

Le fratture da stress nel perone sono piuttosto comuni, con dati che variano da 1,3 a 12,1%, fino al 21% del totale. (2,4) Il sito di incidenza più comune si trova nel terzo distale, appena prossimalmente alla sindesmosi tibiofibulare, anche se sono riportate fratture anche nel terzo prossimale. (4,5) La maggior parte delle fratture nei soggetti atleti giovani avviene a circa 5-6 cm superiormente rispetto al malleolo laterale e si trova nella corticale ossea; un altro tipo di frattura, più frequente nelle donne di mezza età, si ritrova 3-4 cm prossimalmente al malleolo laterale e avviene nell'osso trabecolare, correlata maggiormente alla densità minerale ossea e osteoporosi. (2) Data la minore importanza del perone nel trasmettere le forze di carico rispetto alla tibia, la patofisiologia di queste fratture è ipotizzata essere più legata alla tensione provocata dalle strutture muscolari, in particolare i flessori plantari posteriori. (2) L'esame fisico riscontra dolorabilità alla palpazione localizzata. (2,4,5) Se il paziente lamenta dolore con componenti di natura neurologica è importante escludere in diagnosi differenziale una sindrome compartimentale anterolaterale da sforzo e un entrapment del nervo peroneale. (5) Le fratture da stress peroneali sono considerate a basso rischio e rispondono bene al trattamento conservativo similmente ad altre SFx. Questo consiste in un periodo di riposo iniziale di 3-6 settimane con un graduale ritorno all'attività sportiva. (4) È anche consigliato in letteratura l'utilizzo di un tutore di caviglia detto CAM (*controlled ankle movement*) o altri tipi di tutori sotto il ginocchio, per permettere l'immobilizzazione del segmento durante il periodo di riabilitazione. (25) Nei casi in cui il follow up radiografico a 9 mesi presentasse una pseudoartrosi è indicato l'intervento chirurgico, con una riabilitazione post intervento di 6-8 settimane. (25)

Rotula

La rotula è un sito piuttosto raro per le fratture da stress. Possono presentarsi in direzione trasversale o longitudinale e sono state osservate a seguito di protesi totale di ginocchio, ricostruzione di legamento crociato anteriore di tipo osso-innesto-osso e dopo riparazione dell'apparato estensore con tunnel trans-osseo. (3) Si riscontrano principalmente in atleti di endurance, i quali riportano dolore anteriore di ginocchio con scarsa tolleranza a eseguire una flessione profonda. Le fratture trasverse scomposte possono presentarsi con un deficit dell'apparato estensore. (3) Il trattamento si basa sul tipo di frattura: (i) fratture longitudinali o trasversali non scomposte necessitano un periodo di immobilizzazione fino a guarigione

radiografica seguito da trattamento conservativo; (ii) fratture scomposte necessitano una fissazione chirurgica, eseguita con fili di Kirschner e viti. (3,5)

Malleolo mediale

Le fratture da stress del malleolo mediale sono poco comuni, segnalate tra il 0,6 e il 4,1% del totale. (2) La patofisiologia di questo tipo di fratture è ipotizzata essere dovuta a una anomala trasmissione della forza peso e forze torsionali; si pensa che attività in carico durante la stazione eretta provochino una concentrazione di forze sul malleolo mediale. Fattori di rischio biomeccanici attribuiti a questa condizione sono una anomala distribuzione del peso, un allineamento di tibia vara e un angolo del plafond tibiale ridotto. (2) Il paziente presenterà un dolore con insorgenza insidiosa e dolorabilità alla palpazione, con possibile gonfiore, in corrispondenza del malleolo mediale, solitamente dopo attività sportiva, spesso in concomitanza a cambiamenti di intensità negli allenamenti. (2) Il trattamento è solitamente conservativo di durata 3-8 settimane, con modifica delle attività, limitazione del carico, tutori pneumatici. L'astensione totale dal carico è da evitare per prevenire il decondizionamento. Il ritorno allo sport avviene dopo circa 6-8 settimane. (2,5,25) Fratture scomposte o fratture non scomposte in atleti professionisti che necessitano un ritorno precoce allo sport possono essere trattate chirurgicamente con buoni risultati. (5,25)

Astragalo

Le fratture da stress dell'astragalo sono rare, con un'incidenza di 4.4/10.000 tra i militari, di cui 2/3 avvengono nella testa. (6,21) Sono riportate fratture della testa, del collo e del processo laterale. È ancora dibattuto il fatto se le fratture da stress dell'astragalo siano a basso o alto rischio. (4) Le fratture del collo sono rare ma necessitano di una valutazione attenta. Il seno del tarso ha una piccola irrorazione da un ramo dell'arteria tibiale posteriore; una frattura da stress nel collo dell'astragalo ha la potenzialità di interrompere questo afflusso, causando necrosi avascolare del corpo dell'astragalo. In questi casi è consigliata una CT per analizzare accuratamente la rima di frattura. (21) All'anamnesi il paziente descrive un quadro tipico con un evento traumatico come può essere una distorsione di caviglia, seguita da dolore, gonfiore e impossibilità a deambulare. Un dolore che permane nonostante una riabilitazione adeguata in questi casi deve fare sospettare una frattura da stress dell'astragalo. (6) All'esame fisico il paziente presenta dolorabilità alla palpazione e gonfiore attorno alla caviglia. (6) Il trattamento conservativo prevede un periodo di astensione dal carico di almeno 6 settimane, finché non si ha evidenza radiografica di unione, seguito da un periodo di 4-6 settimane di carico assistito con tutore o stivaletto CAM. (21,25) Pazienti con fratture non consolidate necessitano un trattamento chirurgico, con eventuale innesto osseo per le zone avascolari. (6)

Calcagno

Le fratture da stress del calcagno sono le più comuni tra le ossa tarsali e si riscontrano principalmente in atleti che svolgono attività di corsa, salti o atterraggi sul tallone. L'anamnesi rileverà dolore nella zona posteriore del tallone, in corrispondenza del calcagno, aggravato da attività sportiva e carico e che migliora con il riposo. Vista la bassa prevalenza di questo tipo di patologia rispetto ad altre condizioni che colpiscono la zona è importante l'esecuzione di un'accurata diagnosi differenziale. I sintomi possono imitare infatti patologie come fascite plantare, sperone calcaneare, borsite retrocalcaneare, tendinopatia achillea, entrapment del nervo plantare, artrite sottoastragalica, radicolopatia o sindromi reumatologiche. (4,5,7,21) Per differenziare queste patologie è possibile utilizzare una radiografia e, se negativa, la risonanza magnetica, che individuerà edema midollare e talvolta una linea di frattura sottostante all'articolazione sottoastragalica posteriore o alla tuberosità calcaneare. (4,5) Nell'esame fisico un test utile per differenziare la diagnosi è la compressione tra pollice e indice dei margini laterale e mediale del calcagno, che provocherà dolore in caso di frattura mentre risulterà negativo in altre patologie. (5,7,19) Si può riscontrare anche dolorabilità al margine posteriore del calcagno, oltre a gonfiore e calore. (7) Questo tipo di frattura da stress è considerato a basso rischio con guarigione rapida e prevede un trattamento conservativo con un periodo di limitazione dell'attività e del carico di 3-6 settimane. (4,5) Sono stati proposti protocolli di riabilitazione in due fasi: la prima fase per la riduzione dei sintomi dura 6-8 settimane, con limitazione del carico, crioterapia, NSAID e immobilizzazione nei casi più gravi; la seconda fase di graduale ritorno all'attività, da 6 a 12 settimane, con reintroduzione di sport ad alto impatto solo quando il dolore del paziente è totalmente risolto. (7) La chirurgia è indicata nei casi in cui ci sia un fallimento del trattamento conservativo con pseudoartrosi. (7,25)

Navicolare

La percentuale di fratture da stress del navicolare è controversa: alcune fonti la riportano come una frattura poco comune, con prevalenza del 2,4% sul totale (5), mentre altre riferiscono valori decisamente più elevati, tra il 15 e il 30%. (2) È descritta come prevalente tra atleti che praticano corsa, atletica leggera, ballerini, giocatori di basket, scattisti e attività con cambi di direzione frequenti. (2,3,5,6) Questo tipo di fratture è considerato ad alto rischio, dato l'elevato tasso di mal consolidamento e la conformazione dell'osso navicolare. Esso infatti è circondato su 3 lati da cartilagine articolare e questo limita l'afflusso di sangue, in particolare la zona del terzo medio è resa relativamente avascolarizzata, il che la rende suscettibile a frattura da stress. (2,4-6,21) Anche la sua posizione suggerisce un'ipotesi patobiomeccanica in cui le forze di compressione dai vicini cuneiformi e astragalo si concentrano nel terzo mediale durante attività in carico, soprattutto in plantarflessione. (2,6) Il paziente spesso lamenta un dolore vago, legato all'attività, nella zona centrale del dorso del piede, con dolorabilità nel cosiddetto "punto N" (il punto in corrispondenza dell'articolazione talonavicolare). (2,5,6) Il

dolore è spesso riproducibile da attività funzionali come saltare e mettersi in punta di piedi o da contrazione resistita in plantarflessione. (2,3) Il dolore può essere confuso con infiammazione del tibiale posteriore o distrazione dell'arcata mediale. (5) Questo tipo di frattura è spesso mal diagnosticata, con ritardo nel trattamento; è importante dunque la conferma tramite imaging. La radiografia è indicata come prima scelta, eseguita in anteroposteriore con il piede supinato per esporre il mediopiede. La Rx è però spesso negativa, poiché la maggior parte di queste fratture è sottile e sul piano sagittale. (4,5) È indicata in questo caso la risonanza magnetica, che può rilevare più accuratamente edema midollare e la rima di frattura. (4) Bisogna fare attenzione alla variante anatomica del navicolare bipartito, che può imitare una frattura ma è una situazione fisiologica. (5)

Il trattamento conservativo deve prevedere una rigida astensione dal carico con immobilizzazione per almeno 6 settimane. (4,5,21) Questo a causa dell'elevato numero di mal consolidamento, fino al 74%, nei casi trattati con solo modifica delle attività, rispetto al 14% nel gruppo di immobilizzazione, come osservato da Khan et al in un gruppo di 86 soggetti. (3,21) La riabilitazione a seguito della rimozione del tutore si basa su un graduale ritorno all'attività guidato dai sintomi e dalla dolorabilità nel punto N. Il ritorno all'attività sportiva può durare fino a 8 mesi. (2)

Saxena et al propone una classificazione in 3 categorie basata su CT: (i) tipo 1, con frattura solo nella corticale dorsale, trattata conservativamente, (ii) tipo 2 e (iii) tipo 3 con frattura fino al corpo navicolare e la corticale plantare rispettivamente, trattate chirurgicamente. (2,5,6,21)

Cuboide

Le fratture da stress del cuboide sono rare e poco studiate in letteratura. Data la scarsa incidenza potrebbero esserci fattori causali ancora poco conosciuti. Si ipotizza come fattore di rischio il piede cavo o retropiede in inversione che pongono maggiore stress sulla porzione laterale del piede. (21) Sono comunque considerate fratture a basso rischio che rispondono bene al trattamento conservativo, con gestione del carico, modifica delle attività ed eventuali ortesi per ridurre lo stress sul margine laterale del piede. (19,21)

Cuneiformi

Anche in questo caso le fratture da stress delle ossa cuneiformi sono rare, con evidenze basate principalmente su case reports. I fattori di rischio ipotizzati in questo caso sono gesti atletici come la fase propulsiva della corsa e la fascite plantare, anche se è difficile affermare se uno sia causa dell'altro o viceversa; potrebbero infatti condividere la stessa causa eziologica comune come l'essere sovrappeso o l'età avanzata. (21) Sono considerate fratture a basso rischio, con trattamento conservativo basato su gestione del carico ed eventuale tutore per il cammino. (19,21)

Metatarsi

Le fratture da stress dei metatarsi sono state le prime a essere state descritte nel XIX secolo nei militari dopo lunghe marce. Sono infatti indicate essere comuni, specialmente tra gli atleti che svolgono sport di endurance e tra le reclute militari, con valori prevalenza che variano dal 9 al 24,6% (4) e dal 10 al 20% (2,6) sul totale delle fratture da stress. Le più comuni sono localizzate nel collo o diafisi dei 2° e 4° metatarso, con circa l'80% tra il 2° e il 3° e sono considerate a basso rischio, con buona percentuale di guarigione. (2,4,5,19,20) Le fratture del primo metatarso sono relativamente rare, si ipotizza grazie alla sua relativa mobilità rispetto agli altri metatarsi. (3) All'anamnesi il paziente lamenta un dolore localizzato all'avampiede, spesso essendo in grado di indicare uno specifico metatarso. (3) Può inoltre indicare un cambiamento recente di intensità o modalità di allenamento o un trauma recente. (2,6) L'esame obiettivo solitamente rileva gonfiore e dolorabilità alla palpazione localizzata al segmento osseo colpito. (5,6) La radiografia standard può essere sufficiente per la diagnosi, ma spesso può apparire normale nel primo periodo, con segni di reazione periostale dopo 2-3 settimane. (4,6) In caso di sospetto ed Rx negativa è indicata una MRI, che può rilevare edema midollare e linea di frattura. (2,4,5) Il trattamento indicato per le fratture non scomposte a basso rischio è di tipo conservativo, con modifica delle attività, utilizzo di un cuscinetto metatarsale per distribuire il carico nell'area colpita, immobilizzazione con tutore rigido per almeno 4-6 settimane con un graduale ritorno al carico; l'allenamento funzionale e il ritorno all'attività sportiva può cominciare non appena la deambulazione è senza dolore. Solitamente sono necessarie da 6 a 8 settimane per un recupero completo e il ritorno allo sport. (2-5,19,21,25)

Fratture ad alto rischio sono quelle del 2° e 5° metatarso prossimale, con tassi di mal consolidamento da 20 a 67%. (2,20,21) In particolare, la frattura della base del 2° metatarso è conosciuta come "frattura della ballerina" (*dancer's fracture*) ed evoca il massimo dolore nella posizione *en pointe*, sulle punte, con il piede in massima plantar flessione e tutto il carico distribuito sulle falangi distali delle prime due dita. (5,21) È considerata particolarmente a rischio nel caso la frattura si estenda all'articolazione di Lisfranc. (19) È importante una diagnosi precoce e un periodo di immobilizzazione di almeno 4 settimane, con un monitoraggio dell'evoluzione della frattura tramite imaging. La ripresa dell'attività sportiva può iniziare quando la deambulazione è senza dolore. (5,19,21)

Le fratture della diafisi prossimale del 5° metatarso avvengono a circa 1,5 cm distalmente alla tuberosità e sono conosciute come frattura di Jones. (2,4,5) Questo tipo di frattura avviene spesso in atleti ad alta performance, in particolare in attività con salti (3) e sono considerate ad alto rischio di pseudoartrosi, ritardo di consolidamento e recidiva. (4) Questo è dovuto principalmente al tipo di vascolarizzazione della zona; esiste infatti una zona con scarsa

irrorazione, tra le arterie perforanti metafisarie e i rami terminali delle arterie nutritive, che correla con l'area di minore guarigione. (2) I segni e sintomi principali sono dolore e dolorabilità alla palpazione nella zona del 5° metatarso, con eventuale gonfiore. (5) Questo tipo di frattura nell'atleta è a metà tra una frattura da stress e una frattura traumatica acuta; se infatti spesso il paziente può riferire un singolo trauma scatenante i sintomi, microtraumi ripetuti nel tempo possono rendere il segmento suscettibile a frattura da stress. (5) Le fratture del 5° metatarso prossimale sono classificate in 3 tipi a seconda della zona: (i) la prima zona corrisponde all'area più prossimale del metatarso e solitamente consistono in fratture da avulsione; (ii) la seconda zona è tra la giunzione tra metafisi e diafisi e corrispondono alle fratture di Jones; (iii) la terza zona è quella 1,5 cm distalmente al tubercolo prossimale e sono le fratture da stress vere e proprie della diafisi del 5° metatarso; questo ultimo tipo di lesione è ritenuto essere un fattore di rischio per le altre due fratture. (2)

La classificazione di Torg racchiude le fratture di Jones in 3 categorie, in base a reperti radiografici: (i) frattura acuta con rima sottile, senza sclerosi intramidollare; (ii) frattura con ritardo di consolidazione e rima allargata, con segni di sclerosi intramidollare; (iii) pseudoartrosi caratterizzata da completa occlusione del canale midollare da tessuto osseo sclerotico. (4) Il trattamento si basa su questo tipo di classificazione: le fratture tipo I possono essere trattate sia conservativamente che chirurgicamente; gli atleti di alto livello possono necessitare di intervento chirurgico per velocizzare il ritorno allo sport. La riabilitazione post intervento consiste in 6 settimane senza carico con doccia gessata, 6 settimane di carico parziale con tutore e graduale ritorno allo sport. (25) Le fratture di tipo I con ritardo di consolidazione, II e III necessitano di intervento chirurgico; la riabilitazione post intervento consiste in 3 settimane di astensione dal carico con gambaletto seguite da 3-6 settimane di carico progressivo in tutore CAM. (25)

Sesamoidi

Le fratture da stress delle ossa sesamoidi dell'alluce rappresentano circa l'1-3% del totale delle fratture da stress negli atleti. (2) Queste ossa fungono da leva per il flessore lungo e breve dell'alluce e stabilizzano l'articolazione metatarso-falangea. Questo rende i sesamoidi sottoposti a stress biomeccanici ripetuti e potenzialmente a rischio di SFx. (2) Queste fratture da stress possono essere particolarmente disabilitanti e sono considerate ad alto rischio di pseudoartrosi e ritardo di consolidamento. (2,5) Il paziente solitamente presenta un dolore unilaterale con insorgenza graduale, con il sesamoide mediale coinvolto maggiormente rispetto al laterale. (5) All'esame fisico sono riscontrabili dolore con una spinta distale sul sesamoide, dolorabilità alla palpazione e dolore con stretching del flessore lungo dell'alluce. (5) La radiografia convenzionale può essere negativa anche mesi dopo l'insorgenza dei sintomi; è indicata dunque una CT per confermare la diagnosi oppure un MRI. Quest'ultima è

utile inoltre per differenziare il possibile reperto di sesamoide bipartito, il quale appare separato ma è una variante anatomica fisiologica. (2,5,21) Il trattamento si basa sul riposo e l'astensione dal carico con un tutore per impedire la dorsiflessione dell'alluce per almeno 6 settimane. (2,5,21) Quando il paziente è in grado di deambulare senza dolore può cominciare il graduale ritorno all'attività sportiva. (2) Nel caso ci sia un fallimento del trattamento conservativo è indicata la fissazione chirurgica oppure la sesamoidectomia. Quest'ultima deve però essere utilizzata come ultima risorsa, siccome predispone a condizioni come l'alluce valgo. (5,21) È anche possibile la stabilizzazione chirurgica percutanea con innesto osseo e la sesamoidectomia parziale. Il trattamento post chirurgico prevede un carico protetto con stampelle per 1 settimana, seguito da carico graduale non protetto in base al dolore. (25)

Discussione

La letteratura raccolta rivela una mancanza di concordanza nella terminologia per quanto riguarda le fratture da stress. Alcuni studi definiscono le fratture da stress suddividendole in fratture da fatica (*fatigue fracture*), prevalenti nella popolazione sportiva giovanile, dovute a un carico eccessivo e ripetuto nel tempo su un tessuto osseo sano, e in fratture da insufficienza (*insufficiency fracture*), prevalenti nella popolazione anziana, dove un carico normale è applicato a un tessuto osseo patologico, con capacità di carico ridotta a causa di patologie come l'osteoporosi. (2,4,20,21) Altri studi trattano le fratture da stress senza fare distinzione tra i due tipi, riferendosi a esse come le fratture tipiche dello sportivo, senza prendere in considerazione la popolazione anziana. (6)

Per quanto riguarda le fratture da stress dello sportivo, o fratture da fatica, la letteratura è concorde nel definirle come una patologia da overuse che colpisce principalmente la popolazione di atleti che pratica sport di resistenza o con traumatismi ripetuti, dovuti a salti o atterraggi, causata da un carico submassimale che perdura nel tempo, senza che l'organismo e il tessuto osseo abbiano la possibilità di effettuare un recupero completo tra le sedute di allenamento.

L'ipotesi patofisiologica maggiormente accreditata negli studi è quella di un aumento temporaneo dell'attività degli osteoclasti a seguito di performance sportive con stress ripetuti che non viene bilanciata da corrispondente aumento dell'attività osteoblastica, risultando in un indebolimento del tessuto osseo locale. Se l'attività stressante cessa il processo è totalmente reversibile, se invece questa è prolungata nel tempo può risultare in una reazione ossea da stress con edema locale che può evolvere in frattura da stress franca. (1-7)

Per quanto riguarda l'epidemiologia la situazione nella letteratura risulta controversa. L'incidenza e prevalenza delle fratture da stress infatti variano a seconda della fascia di età indagata, a causa della differente quantità di attività sportiva svolta e della salute ossea, e del tipo di sport praticato. La maggior parte degli studi è svolto su popolazioni di reclute militari o atleti sportivi giovani; risulta così difficile una trasposizione dei dati ottenuti dalla letteratura a una popolazione adulta che pratica attività sportiva amatoriale. Bisogna però considerare il fatto che questo tipo di patologia, avendo una causa eziologica primariamente da sovraccarico, è più probabile colpisca maggiormente individui che praticano un'attività sportiva con elevata frequenza e intensità, cosa che spiega il perché la letteratura sia maggiormente focalizzata nello studiare quel tipo di popolazione.

Si riscontra concordanza nella letteratura nel considerare le fratture da stress una patologia preponderante negli arti inferiori, con dati che arrivano fino al 90% di tutte le fratture e solamente il 10% di esse localizzate al tronco e arti superiori. Anche la distribuzione della

localizzazione riscontra una concordanza in letteratura, con la tibia come segmento osseo più colpito, seguita dalle ossa tarsali, metatarsali, femore e perone. (1,3,18)

Gli studi sono concordi nel suddividere i fattori di rischio per le fratture da stress in intrinseci ed estrinseci; alcuni studi li suddividono ulteriormente in modificabili, parzialmente o non modificabili. Tra i fattori di rischio intrinseci maggiormente rappresentati negli studi si riscontrano una frattura da stress precedente, le caratteristiche del ciclo mestruale, le caratteristiche del tessuto osseo (densità e contenuto minerale) e fattori biomeccanici. Tra questi ultimi si riscontra poca concordanza: alcuni studi tendono a metterli in primo piano e ne elencano molteplici mentre altri ne citano solamente qualcuno e ne rivelano la mancanza di sufficiente evidenza in letteratura. (15,18,19,21) I fattori di rischio estrinseci su cui si riscontra una concordanza negli studi sono l'alimentazione e il tipo e intensità di attività fisica. La triade femminile è una condizione citata da diversi studi e raggruppa 3 fattori di rischio che si influenzano vicendevolmente, la disponibilità energetica derivante dall'alimentazione, l'amenorrea e la densità minerale ossea, ed è indicata come la maggiore situazione di rischio se presente in giovani atlete che praticano attività sportiva intensa. (10,17,18,21)

La letteratura è concorde sul fatto che la diagnosi sia basata principalmente sull'anamnesi, che prevede l'analisi accurata dell'attività sportiva praticata e dei possibili fattori di rischio, e sull'esame fisico, dove gli strumenti più utili sono l'ispezione e la palpazione della zona; in alcuni casi possono essere anche utili test clinici come l'hopping test, il fulcrum test e il tuning fork test. Gli studi affermano inoltre che può essere utile confermare il sospetto diagnostico con un'indagine strumentale. La metodica più utilizzata è la radiografia tradizionale per il basso costo e l'ampia disponibilità, sebbene abbia una bassa accuratezza nelle prime settimane dall'insorgenza dei sintomi. C'è concordanza nel ritenere la risonanza magnetica lo strumento più accurato per la conferma di questo tipo di patologia. Altre metodiche come la tomografia computerizzata o la scintigrafia possono essere utilizzate in casi particolari selezionati. (20,21,23-25)

Non si riscontra in letteratura una metodologia di trattamento standardizzata. Tutti gli studi propongono come management delle fratture da stress una iniziale modifica delle attività e gestione del carico, a cui segue un graduale ritorno all'attività sportiva. Le tempistiche e il grado di astensione dal carico dipendono dalla localizzazione della frattura e dal grado di rischio. Alcuni autori hanno proposto dei protocolli più standardizzati, che seguono comunque i principi suddetti. Si riscontra l'utilizzo di terapie fisiche come ultrasuoni, onde d'urto e magnetoterapia, la cui efficacia è però controversa. (1,5,22,25,26)

Conclusione

La ricerca bibliografica evidenzia come le fratture da stress siano una patologia prevalente negli arti inferiori, in particolare nella popolazione che pratica con elevata frequenza sport di resistenza. Sono per questo motivo unanimemente definite come una patologia da sovraccarico, dove l'organismo non è in grado di recuperare totalmente gli stress submassimali accumulati a seguito delle sessioni di allenamento, cosa che risulta in un indebolimento temporaneo del tessuto osseo; se gli stress permangono nel tempo possono instaurarsi reazioni ossee da stress (BSI), dove è presente solamente edema osseo senza lesione corticale, le quali hanno come stadio finale la frattura da stress franca.

Il segmento più colpito è sicuramente la tibia, in particolare nella popolazione di corridori su lunghe distanze e reclute militari, categorie maggiormente suscettibili e studiate in letteratura. La gestione clinica delle fratture da stress prevede un'anamnesi con analisi dettagliata dei fattori di rischio e del tipo di attività fisica, in particolare se si tratta di atlete giovani che potrebbero presentare il quadro di triade femminile. L'esame obiettivo e l'eventuale diagnostica per immagini consentono la conferma del sospetto elaborato con l'anamnesi. È importante stratificare il rischio delle fratture da stress, che dipende principalmente dalla loro localizzazione, per poter guidare il trattamento successivo. La letteratura consiglia una gestione delle fratture da stress ad alto rischio di progressione in collaborazione con lo specialista ortopedico per prendere in considerazione un'eventuale fissazione chirurgica. Sia in caso di gestione conservativa sia in caso di intervento chirurgico viene impostato solitamente un periodo di astensione totale dal carico con eventuale immobilizzazione, a cui segue un graduale ritorno alle attività durante la riabilitazione. La gestione delle fratture a basso rischio è di solito trattata inizialmente con una gestione del carico e modifica delle attività sportive, con eventuale astensione totale per un periodo nei casi maggiormente sintomatici, a cui segue anche in questo caso un graduale ritorno allo sport durante il percorso riabilitativo.

Bibliografia

1. Kaeding CC, Najarian RG. Stress fractures: classification and management PMID: 20959695 DOI: 10.3810/psm.2010.10.1807. 2010;
2. Harrast MA, Colonna D. Stress fractures in runners PMID: 20610029 DOI: 10.1016/j.csm.2010.03.001. 2010;
3. Jacobs JM, Cameron KL. Lower extremity stress fractures in the military PMID: 25280611 DOI: 10.1016/j.csm.2014.06.002. 2014;
4. Liong SY, Whitehouse RW. Lower extremity and pelvic stress fractures in athletes PMID: 22815414 DOI: 10.1259/bjr/78510315. 2012;
5. Fredericson M, Jennings F. Stress fractures in athletes PMID: 17414993 DOI: 10.1097/RMR.0b013e3180421c8c. 2006;
6. McCormick, Nwachukwu. Stress fractures in runners PMID: 22341018 DOI: 10.1016/j.csm.2011.09.012. 2012;
7. Weber, Vidt. Calcaneal stress fractures PMID: 15555842 DOI: 10.1016/j.cpm.2004.08.004. 2005;
8. Wentz L, Liu P-Y. Females have a greater incidence of stress fractures than males in both military and athletic populations: a systemic review PMID: 21539165 DOI: 10.7205/milmed-d-10-00322. 2011;
9. Duckham RL, Brooke-Wavell K. Stress fracture injury in female endurance athletes in the United Kingdom: A 12-month prospective study PMID: 25892560 DOI: 10.1111/sms.12453. 2015;
10. Barrack MT, Gibbs JC. Higher incidence of bone stress injuries with increasing female athlete triad-related risk factors: a prospective multisite study of exercising girls and women PMID: 24567250 DOI: 10.1177/0363546513520295. 2014;
11. Wright AA, Taylor JB. Risk factors associated with lower extremity stress fractures in runners: a systematic review with meta-analysis PMID: 26582192 DOI: 10.1136/bjsports-2015-094828. 2015;
12. Dao D, Sodhi S. Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels and Stress Fractures in Military Personnel: A Systematic Review and Meta-analysis PMID: 25371440 DOI: 10.1177/0363546514555971. 2015;

13. Nunns M, House C. Four biomechanical and anthropometric measures predict tibial stress fracture: a prospective study of 1065 Royal Marines PMID: 26746906 DOI: 10.1136/bjsports-2015-095394. 2016;
14. Nieves JW, Melsop K. Nutritional factors that influence change in bone density and stress fracture risk among young female cross-country runners PMID: 20709302 DOI: 10.1016/j.pmrj.2010.04.020. 2010;
15. Popp KL, Frye AC. Bone geometry and lower extremity bone stress injuries in male runners PMID: 31594711 DOI: 10.1016/j.jsams.2019.09.009. 2020;
16. Prather H, Hunt D. Are Elite Female Soccer Athletes at Risk for Disordered Eating Attitudes, Menstrual Dysfunction, and Stress Fractures? PMID: 26188245 DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.07.003. 2016;
17. Javed A, Tebben PJ. Female athlete triad and its components: toward improved screening and management PMID: 24001492 DOI: 10.1016/j.mayocp.2013.07.001. 2013;
18. Abbott A, Bird ML. Part I: epidemiology and risk factors for stress fractures in female athletes PMID: 31213104 DOI: 10.1080/00913847.2019.1632158. 2020;
19. Tenforde AS, Kraus E. Bone Stress Injuries in Runners PMID: 26616181 DOI: 10.1016/j.pmr.2015.08.008. 2016;
20. Pegrum J, Crisp T. Diagnosis and management of bone stress injuries of the lower limb in athletes PMID: 22532009 DOI: 10.1136/bmj.e2511. 2012;
21. Pegrum J, Dixit V. The pathophysiology, diagnosis, and management of foot stress fractures PMID: 25419892 DOI: 10.3810/psm.2014.11.2095. 2014;
22. Heinz, Malliaropoulos. Exercise-induced leg pain in athletes: diagnostic, assessment, and management strategies PMID: 30345867 DOI: 10.1080/00913847.2018.1537861. 2019;
23. Wright AA, Hegedus EJ. Diagnostic Accuracy of Various Imaging Modalities for Suspected Lower Extremity Stress Fractures: A Systematic Review With Evidence-Based Recommendations for Clinical Practice PMID: 25805712 DOI: 10.1177/0363546515574066. 2016;
24. Schneiders AG, Sullivan SJ. The ability of clinical tests to diagnose stress fractures: a systematic review and meta-analysis PMID: 22813530 DOI: 10.2519/jospt.2012.4000. 2012;
25. Abbott A, Bird M. Part II: presentation, diagnosis, classification, treatment, and prevention of stress fractures in female athletes PMID: 31295036 DOI: 10.1080/00913847.2019.1636546. 2020;

26. Liem BC, Truswell HJ. Rehabilitation and return to running after lower limb stress fractures PMID: 23669091 DOI: 10.1249/JSR.0b013e3182913cbe. 2013;
27. Gómez MPA. Nonspinal Fragility Fractures PMID: 27842426 DOI: 10.1055/s-0036-1592434. 2016;
28. Gaeta, Mileto. Bone stress injuries of the leg in athletes PMID: 23801398 DOI: 10.1007/s11547-013-0951-x.
29. Changstrom BG, Brou L. Epidemiology of stress fracture injuries among US high school athletes, 2005-2006 through 2012-2013 PMID: 25480834 DOI: 10.1177/0363546514562739.
30. Pohl MB, Mullineaux DR. Biomechanical predictors of retrospective tibial stress fractures in runners PMID: 18377913 DOI: 10.1016/j.jbiomech.2008.02.001. 2008;
31. Tenforde AS, Sayres LC. Identifying sex-specific risk factors for stress fractures in adolescent runners PMID: 23584402 DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182963d75. 2013;
32. Wall J, Feller JF. Imaging of stress fractures in runners PMID: 16962426 DOI: 10.1016/j.csm.2006.06.003. 2006;
33. Harmon KG. Lower extremity stress fractures PMID: 14627867 DOI: 10.1097/00042752-200311000-00004. 2003;