



## IMAGING NELLE PATOLOGIE DA SOVRACCARICO

*Angelo Iovane, Giuseppe Peritore\*,  
Pietro Giovanni Cimino, Raffaello Sutera*  
DI.BI.MEF. - A.O.U.P. "Paolo Giaccone" - Palermo  
*\*HSR G. Giglio Cefalù Dipartimento di scienze radiologiche  
U.O. di Diagnostica per immagini*

### **Introduzione**

L'attività sportiva dilettantistica ha raggiunto negli ultimi decenni livelli di performance elevati ed in certe situazioni superiori a quelle che possono essere le normali condizioni di preparazione dell'atleta. Numerosi sport praticati possono condurre inevitabilmente a traumatismi importanti che possono sfociare in patologie definite da "sovraccarico funzionale", ovvero da "microtraumatismi iterativi".

La comparsa delle patologie da sovraccarico è più frequente negli atleti adulti sia per fenomeni di sommazione in relazione alla durata della carriera sportiva, sia perché con l'età le strutture inserzionali sono meno resistenti ai carichi ripetuti ed hanno una minore capacità di recupero. Si riscontra un'elevata frequenza nelle donne per la maggiore lassità delle strutture miotendinee e per le variazioni del metabolismo osseo legato all'amenorrea da "sport".

In queste situazioni il sintomo caratteristico è il dolore, di varia entità, che può essere accompagnato o meno da una tumefazione e/o da impotenza funzionale; dolore cronico a cui l'atleta non sa dare una reale data di insorgenza e che progressivamente incrementa nel corso delle varie performance.

Nel corso dell'attività sportiva, se si escludono i traumatismi che impediscono il proseguimento della performance dell'atleta e conducono ad un immediato accertamento radiografico di frattura, si possono verificare eventi traumatici che determinano una serie di condizioni algiche così schematizzabili:

- comparsa di dolore con progressivo incremento dello stesso fino ad indurre l'atleta ad interrompere la performance.
- comparsa di dolore improvviso in corso di un gesto atletico nel massimo momento della performance con interruzione della stessa.

- comparsa e rapida remissione di dolore dopo un fatto traumatico contusivo, con risveglio della sintomatologia al completamento della performance.

- comparsa di dolore improvviso o a breve distanza da un fatto traumatico di tipo contusivo-distorsivo con rallentamento o interruzione della performance.

Tutte queste situazioni possono giungere all'osservazione del medico sportivo, ortopedico o fisiatra con diverse modalità che dipendono dal singolo caso specifico.

Classificazione delle patologie da sovraccarico

Si possono distinguere quattro di tipi di patologie da sovraccarico:

- Osseo;
- Muscolare;
- Cartilagineo;
- Tendineo.

La patologia da sovraccarico osseo è causata da una serie pressoché infinita di microtraumatismi, in relazione alla ripetizione esasperata e continua nel tempo di alcuni gesti sportivi, che determina un processo di rimodellamento/adattamento osseo. Il perpetuarsi di tali microtraumatismi comporta una reazione dell'osso definita "bone stress response".

Tutti i segmenti scheletrici e le articolazioni possono essere interessate, in diversa misura e, a seconda del tipo di sport che si pratica, da fratture occulte nella cui definizione in sostanza possono rientrare:

1. Fratture da stress e/o da sovraccarico (clinica dubbia);
2. Fratture trabecolari o intraspongiose da impatto (clinica dubbia);
3. Fratture post-traumatiche (impatti ad alta energia o distorsioni), non dimostrabili radiograficamente (clinica fortemente sospetta).

Nel primo caso sono frequentemente interessate le ossa lunghe, pur non essendo risparmiate le componenti di carico delle articolazioni. Una rottura per affaticamento dell'equilibrio fisiologico fra resistenza e capacità adattativa di un osso normale a sopportare, su punti critici del sistema, carichi crescenti, reiterati e prolungati, definisce il concetto di "frattura da stress".

Esse avvengono perché i normali processi riparativi dell'osso non riescono a controllare le microlesioni.

Pur essendo per definizione una patologia da microtrauma il carico atletico deve essere sufficientemente intenso per innescare il meccanismo patogenetico. Dal momento che si tratta di un meccanismo

di somministrazione di microtraumi, il gesto atletico che li causa deve essere ripetuto numerose volte sia all'interno della singola seduta dell'allenamento che nel ciclo dei vari allenamenti.

Si possono verificare le seguenti condizioni:

- l'accertamento radiografico evidenzia una frattura radiograficamente dimostrabile con interruzione della corticale (ad esempio un frattura di un metatarso in un saltatore) completando la diagnosi di quella che può essere considerata un frattura occulta dal punto di vista clinico. (Fig.1)

- l'accertamento radiografico evidenzia un sottile linea di sclerosi nel contesto della spongiosa ossea di un segmento scheletrico affetto da dolore subacuto o cronico. Questo tipo di riscontro è più frequente se l'atleta giunge all'accertamento radiografico a distanza dell'evento scatenante, in quanto il reperto è determinato dalla comparsa dei primi segni riparativi a livello della frattura, per l'appunto rappresentati dall'addensamento, dalla sclerosi o dall'ispessimento corticale. In questo caso non può essere necessario alcun altro accertamento radiografico anche se l'utilizzo della RM può consentire di evidenziare



Fig. 1. (a) Frattura da stress del II, III e IV metatarso. Proiezione obliqua del piede che documenta rima di frattura a decorso obliquo a carico del terzo medio diafisario del II, III e IV metatarso con evidente callo osseo periostale.

(b) Frattura da stress del versante posteriore del piatto tibiale. Proiezione laterale del ginocchio che documenta rima di frattura del piatto tibiale posteriore con estensione sino alla regione diafisaria prossimale

con certezza la lesione e soprattutto di monitorizzarne l'evoluzione sulla base dell'edema spongioso perilesionale.

- l'accertamento radiografico è negativo e la clinica fortemente sospetta per cui si sottopone l'atleta ad uno studio RM che può dimostrare o l'assenza di lesioni o la presenza di affezioni muscolo-tendinee, oppure la presenza di una frattura occulta, evidenziata all'RM da una omogenea alterazione di segnale e confermata poi al controllo TC.

Nel caso delle fratture trabecolari o intraspongiose da impatto possono essere interessate sia le ossa lunghe sia le superfici articolari e la radiografia è sempre negativa. Questo tipo di fratture non determinano una interruzione della corticale ed in genere si verificano per l'applicazione di una forza eccessiva sull'architettura della spongiosa ossea, con piccole fratture delle trabecole e microemorragie che producono un edema dell'osso.

Questo tipo di diagnosi è ad assoluto appannaggio della risonanza magnetica in quanto unica tecnica diagnostica dotata di un'elevata risoluzione di contrasto ed in grado di evidenziare con opportune sequenze l'edema dell'osso. Bisogna ricordare che a volte il reperto può risultare del tutto occasionale in un quadro clinico silente.

Nel caso delle fratture post-traumatiche da impatto non è così infrequente che un evento traumatico o distorsivo di discreta entità che conduce l'atleta agli accertamenti radiografici, non produca un riscontro di frattura. In queste situazioni è la clinica, caratterizzata dal gonfiore, dal dolore e dall'impotenza funzionale ad indurre a proseguire con lo studio RM sostanzialmente per accertare la presenza di lesioni capsulo-legamentose, ma che a volte consente invece di individuare la frattura. Questa evenienza è certamente più comune a livello del polso e del ginocchio, in minor misura a carico del rachide, del gomito, dell'anca e della caviglia. In genere questo tipo di fratture può essere anche facilmente svelato da un approfondimento diagnostico con TC.

In condizioni statiche (ortostatismo) le sole forze di carico tendono a creare vettori di forza tensile sulla corticale convessa delle ossa lunghe e vettori di forza compressiva sulla corticale concava. La contrazione muscolare neutralizza i vettori di forza tensile da un lato e di forza compressiva dall'altro e ridistribuisce in maniera corretta la sollecitazione meccanica sulle corticali ossee. L'affaticamento muscolare determina indirettamente un sovraccarico osseo.

Un esempio di questa condizione è la sindrome da stress tibiale mediale caratterizzata da dolore al terzo medio-distale della gamba, a livello del profilo postero-mediale della tibia. Si tratta di una forma di "bone stress response" all'origine mediale del muscolo soleo, causato da un vizio di iperpronazione del piede.

La scintigrafia dimostra un incremento dell'uptake a morfologia fusiforme e a localizzazione postero-mediale. La RM mostra nelle fasi iniziali una zona di edema periostale della tibia postero-mediale e una zona di edema a

livello dell'inserzione tendinea del muscolo soleo. Nelle fasi avanzate evidenzia un'area di edema osseo intraspongioso a carico della tibia postero-mediale. (Fig 3)

Anche per le lesioni da sovraccarico la cartilagine, sia quella epifisaria che di accrescimento, costituisce il locus di minore resistenza che, al tempo stesso, subisce ed ammortizza l'azione del vettore vulnerante: può trattarsi di una forza in compressione che agisce sull'epifisi, di una forza in torsione e trazione o compressione che agisce sulla fisi, o, ancora, una forza in trazione che agisce sull'apofisi.

La osteocondrosi si può verificare in conseguenza di un microtraumatismo iterativo che agisce in compressione sull'epifisi, producendo un deficit vascolare, a sua volta responsabile di un disturbo del trofismo del nucleo di accrescimento. L'insulto meccanico cronico sull'epifisi produce conseguenze differenti a seconda dell'età del soggetto; nel caso questo abbia meno di dodici anni, si produce uno sviluppo irregolare del nucleo di accrescimento (m. Konig, m. di

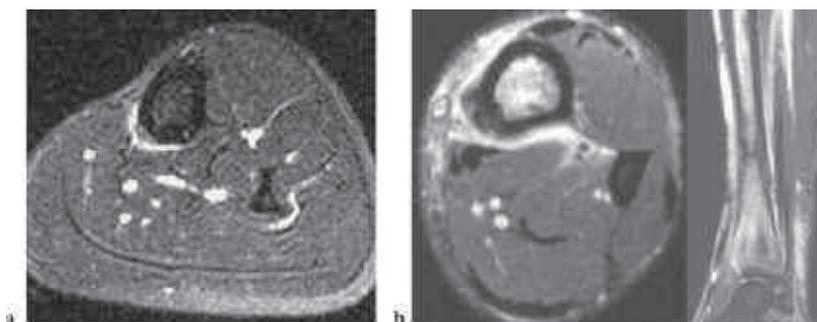


Fig. 3 Sindrome da stress del tibiale mediale. (a) Fasi iniziali: zona di edema periostale della tibia postero-mediale e zona di edema a livello dell'inserzione tendinea del muscolo soleo. (b) Fasi avanzate: area di edema osseo intraspongioso a carico della tibia postero-mediale.

Koehler I, m. di Freiberg, m. di Panner, m. di Thiermann, m. di Scheuermann).

Se invece il sovraccarico si realizza quando il nucleo epifisario ha già ultimato il suo accrescimento, generalmente oltre i quattordici - quindici anni, l'osteochondrosi corrisponde ad una sofferenza trofica osteocondrale che può risolversi con la restitutio ad integrum, qualora il giovane atleta venga trattato conservativamente e sottratto al carico. Se, al contrario, l'insulto meccanico continua ad agire, il danno trofico può evolvere in osteonecrosi, la cosiddetta osteochondrosi dissecante (OCD), con dissecazione e distacco del focolo osteonecrotico.

Per mezzo dell'esame radiografico o TC viene stabilita la fase evolutiva dell'OCD, ad esempio secondo la classificazione di Berndt-Harty a livello dell'astragalo, che ha un valore prevalentemente prognostico. In realtà ciò che importa non è se il frammento sia mobilizzato o no, ma piuttosto se sia stabile o instabile, ossia mobilizzabile, in quanto ciò condiziona le scelte terapeutiche e questo viene fornito solo dalla RM che nei casi dubbi deve essere integrata mediante somministrazione di mezzo di contrasto intra-articolare (artro-RM). (Fig.4)

In ultima analisi, le osteochondrosi sarebbero "fratture da durata" dei nuclei di ossificazione consequenziali a squilibri fra resistenza ossea e richieste funzionali.

Il traumatismo cronico distruttivo, esercitato in corrispondenza delle inserzioni apofisarie, può indurre la comparsa delle osteochondriti,

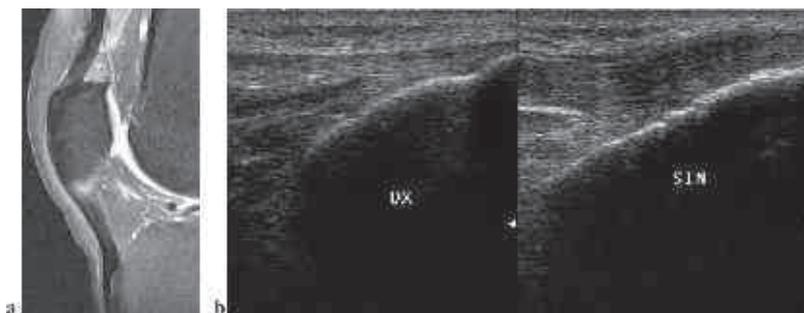


Fig. 3 "Bone stress response" secondario al sovraccarico sul tendine rotuleo. RM con sequenza sagittale DP Fat-sat che documenta focalità di edema reattivo intraspungioso al polo inferiore della rotula (a) e scansione ecografica longitudinale del tendine rotuleo all'inserzione sulla rotula, effettuata in comparativa con il lato sano, che dimostra un diffuso ispessimento del tendine rotuleo di sinistra rispetto al lato destro sano (b).

o apofisiti, in cui si riscontra un ispessimento della cartilagine apofisaria e l'irregolare ossificazione del nucleo di accrescimento

Il rappresentante tipico delle osteocondriti è il m. di Osgood-Schlatter. La prognosi è sempre buona, tanto nel caso dell'apofisite tibiale quanto nelle altre osteocondriti (m. di van Neck, m. di Valtancoli, m. di Sinding-Larsen, m. di Haglund-Sever).

Le patologie da sovraccarico tendineo comprendono un vasto gruppo di affezioni nelle quali il fattore eziopatogenetico principale si identifica in sollecitazioni funzionali qualitativamente e/o quantitativamente abnormi che, in via diretta e/o mediata, si scaricano sul complesso funzionale mio-articolare.

Tra i fattori meccanici scatenanti sono rari quelli secondari a traumi diretti, mentre sono più frequenti quelli causati da microtraumi reiterati esogeni provocati da attrezzi o da terreni e quelli endogeni causati o favoriti da ipersollecitazioni funzionali o da particolari situazioni anatomiche.

La patogenesi si riconosce nel meccanismo dell'usura da sovraccarico per microtraumatismi reiterati inizialmente di tipo infiammatorio sulle giunzioni miotendinee e successivamente sulle strutture ossee sottoforma di "bone stress response". È possibile una successione di eventi con progressione invertita.

Un esempio molto frequente è il "bone stress response" al polo inferiore della rotula secondario come conseguenza del sovraccarico

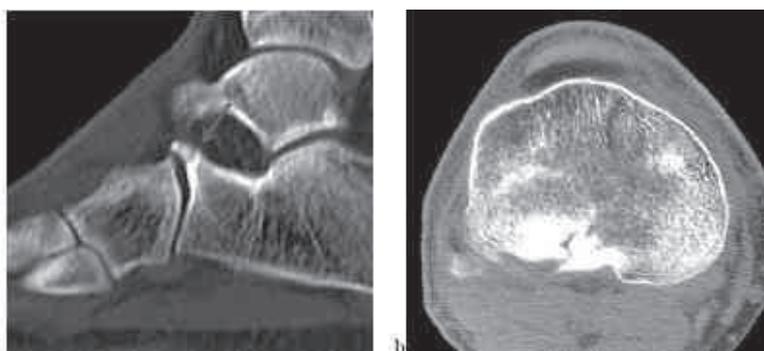


Fig. 4 (a) Frattura dell'apofisi anteriore del calcagno. Ricostruzione MPR sul piano sagittale che evidenzia sottile rima di frattura in corrispondenza dell'apofisi anteriore del calcagno. (b) Frattura del piatto tibiale. Scansione assiale condotta a livello del piatto tibiale che documenta rima di frattura della porzione posteriore dell'emipiatto tibiale laterale.

funzionale a livello del tendine rotuleo (Fig. 3) o a livello della porzione posteriore del calcagno come conseguenza del sovraccarico funzionale a livello del tendine d'Achille.

**Ruolo dell'imaging nelle fratture da stress**

La diagnostica per immagini svolge un ruolo fondamentale nell'individuazione delle fratture da stress, nella dimostrazione precoce delle alterazioni ossee da sovraccarico ("bone stress response") e nella diagnosi differenziale con altre condizioni patologiche (tendinopatie, periostiti reattive, lesioni muscolari, tumori).

La radiologia tradizionale (RX) ci permette di individuare la rima di frattura e l'eventuale presenza di callo osseo.

La tomografia computerizzata (TC) può essere in grado di dimostrare le sottili linee di frattura invisibili al radiogramma tradizionale. (Fig. 4)

La scintigrafia e la risonanza magnetica sono fondamentali nella diagnosi di "bone stress response", soprattutto perché ci permettono di prevenire l'insorgenza delle fratture da stress.

In particolare, la scintigrafia sfrutta le caratteristiche di alcuni radiofarmaci di concentrarsi nell'osso in modo proporzionale alla vascolarizzazione e all'attività osteoblastica. Permette quindi di valutare il grado di attività metabolica dello scheletro e di riconoscere qualsiasi lesione che provochi un'alterazione distrettuale di turnover metabolico dell'osso. Tuttavia tale metodica presenta una bassa specificità perché non ci permette una diagnosi differenziale certa con altre patologie che incrementano il metabolismo osseo quali osteomieliti, neoplasie primitive e secondarie, osteoartrosi e malattia di Paget.

La RM rappresenta invece il gold standard poiché presenta la massima sensibilità nella rilevazione del "bone stress response" sotto forma di aree di edema osseo midollare intraspongioso; talvolta, se presente, è apprezzabile la rima di frattura. Inoltre tale tecnica possiede un'elevata risoluzione di contrasto e una multiparametricità, permettendo di impiegare sequenze ad elevato contrasto intrinseco e sequenze morfologiche. (Fig. 5)

### **Conclusioni**

La medicina sportiva traumatologica ha certamente trovato nella RM un valido supporto nella diagnosi di tutte le patologie da sovraccarico dell'atleta.

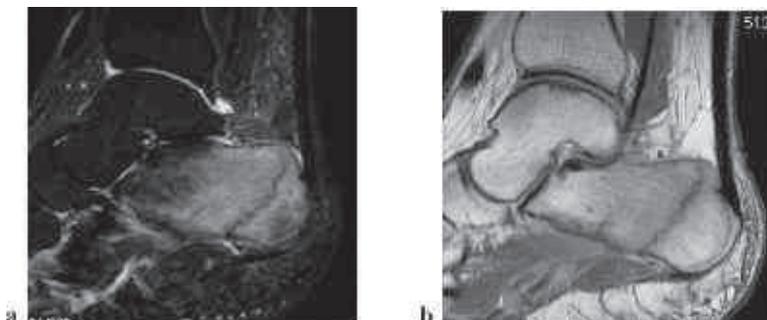


Fig. 5 Frattura da stress del calcagno. RM con sequenza sagittale STIR (a) e RM con sequenza sagittale T1 (b). Entrambe le immagini dimostrano una frattura da stress della porzione posteriore del corpo del calcagno con vasto edema reattivo intraspongioso con stria di frattura ipointensa nel contesto.

L'utilizzo della RM è dettato sia da un fattore protezionistico in quanto non si espone il paziente a radiazioni, sia dal fatto che con questa metodica si è in grado di valutare contestualmente tutte le strutture muscolo-tendinee, capsulo-legamentose e fibrocartilaginee del distretto studiato.

Nel caso delle fratture da stress è comunque sempre indispensabile un'attenta valutazione clinica ed una minuziosa analisi delle immagini radiografiche, prima di rivolgersi a tecniche più sofisticate e costose come la RM.

## BIBLIOGRAFIA

1. Greenspan A. *Imaging in ortopedia*. CIC Edizioni internazionali 2009.
2. Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the musculoskeletal system*. Springer-Verlag 2007
3. A. L. Baert, Leuven et al. *Imaging of Orthopedic sports injuries*. Springer-Verlag 2007
4. Stoller et al. *Magnetic Resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*. Lilppincott Williams & Wilkins 2007.
5. F. Martino et al. *Imaging del trauma osteoarticolare in età pediatrica*. Springer-Verlag 2009.
6. O. Nachtrab, V.N. Cassar-Pullicino, R. Lalam, B. Tins, P.N.M. Tyrrell and J. Singh. *Role of MRI in hip fractures, including stress fractures, occult fractures, avulsion fractures*. European Journal of Radiology 2011 in press.
7. A. Feydy, J.-L. Drapé, E. Beret, L. Sarazin, E. Pessis, A. Minoui and A. Chevrot. *Longitudinal stress fractures of the tibia: comparative study of CT and MR imaging*. European journal of radiology 1998, Volume 8, Number 4, Pages 598-602.
8. Silva RT, Hartmann LG, Laurino CF. *Stress reaction of the humerus in tennis player*. Br J Sports Med. 2007 Nov;41(11):824-6.
9. Maquirriain J, Ghisi JP. *Stress fractures in athletes. Role of magnetic resonance imaging in predicting injury morbidity*. Medicina (B. Aires). 2007;67(3):262-70.
10. G.Regis. *Traumatologia scheletrica e perisceletrica dal Vol. 1 Trattato di Diagnostica per immagini nella patologia muscolo-scheletrica* C.Faletti - C. Masciocchi: UTET, Torino, 2005.
11. Hempfling H, Bohndorf K, Roemer F. *Acute, traumatic versus chronic cartilage lesions as terms of a medical expert's opinion*. Z Orthop Unfall. 2008 May-Jun;146(3):381-91. German.