

In process: 20200214

University of Delaware (DLM, DEUCVF)



ILLiad TN: 741149

Borrower: COD

System: OCLC

Lending String: *DLM,EYW,MEC,OUN,IWU

Journal Title: Journal of sports traumatology and related research.

Volume: 14 **Issue:**

Month/Year: 01 1992 **Pages:** 51-

Article Author: Benazzo, F

Article Title: Stress Fractures In Track And Field Athletics

ILL Number: 201834421



Call #: RC1200 .I72

Location: Morris Library

Shipping Address:

Interlibrary Loan

University of Colorado Boulder

1720 Pleasant Street 184 UCB

Boulder, Colorado 80309-0184

United States

Ship via: Odyssey GWLA

Billing: Exempt

Notes:

Not on shelf

- Title not on shelf
- Volume not on shelf
- Issue missing from volume

Not found as cited

- Vol/year mismatch
- Article not found on cited page
- Checked index
- Checked TOC

Searched by: _____ Scanned by: _____

This material may be protected by copyright law (Title 17 U.S. Code).

Le fratture da durata in atletica leggera

F. Benazzo*, G. Barnabei*, A. Ferrario*, C. Castelli* e G. Fischetto**

* Istituto di Clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Università di Pavia - Centro Studi e Ricerche di Medicina e Traumatologia dello Sport (Direttore Prof. L. Ceciliani) - IRCCS Policlinico S. Matteo, Pavia

** Medico Federale FIDAL (Federazione Italiana di Atletica Leggera)

Riassunto: F. Benazzo, G. Barnabei, A. Ferrario, C. Castelli e G. Fischetto: **Le fratture da durata in atletica leggera.** J. Sports Traumatol. rel. res. 14: 51, 1992. Le fratture da durata negli sportivi costituiscono talvolta un difficile problema di diagnosi, più che di terapia. Esse sono caratteristiche di specialità sportive nelle quali è frequente un sovraccarico funzionale riferibile alla reiterazione del gesto atletico. Presso il Centro Studi e Ricerche di Medicina e Traumatologia dello Sport dell'Università di Pavia sono state diagnosticate in 3 anni (1988-1990) 49 fratture da durata in 45 atleti di interesse nazionale, tutti praticanti atletica leggera, e in particolare velocità, ostacoli, mezzofondo e prove multiple. I segmenti scheletrici più interessati erano la tibia (15) e lo scafoide tarsale (14). Il tempo medio di guarigione, valutato in riferimento alla ripresa della attività sportiva, era di 4.4 mesi ed è risultato direttamente correlato al tempo intercorso tra inizio della sintomatologia e formulazione della diagnosi sulla base di corretti e mirati esami strumentali.

Summary: F. Benazzo, G. Barnabei, A. Ferrario, C. Castelli and G. Fischetto: **Stress fractures in track and field athletics.** J. Sports Traumatol. rel. res. 14: 51, 1992. Stress fractures sometimes raise difficulties of diagnosis rather than treatment in athletes. They are typical of sports that frequently lead to overuse or exertion injuries attributable to a constantly repeated movement or action. A total of 49 stress fractures were diagnosed from 1988 to 1990 in 45 national-level track and field athletes (mainly sprinters, hurdlers, middle-distance runners, and multiple-event competitors) at the Sports Medicine and Traumatology Centre, University of Pavia. The tibia and tarsal navicular were primarily involved. The mean recovery (return to sport) time (4 .4 months) was directly related to the time between symptom onset and establishment of a diagnosis in the light of specifically oriented instrumental examinations.

Introduzione

Le fratture da stress, altrimenti dette da durata o da fatica, sono soluzioni di continuo dell' osso, caratterizzate da interruzione della corticale ed incostante interessamento del sottostante tessuto osseo spongioso, provocate non da eventi traumatici diretti ed isolati, ma da

Introduction

Stress or fatigue fractures are solutions of bone continuity marked by interruption of the cortical substance and possible involvement of the spongiosa. They are not the result of a direct, isolated injury, but repeated, cyclic loads that overcome the resistance of healthy

Parole chiave: Frattura, durata, atletica leggera

Corrispondenza: Dr. F. Benazzo, Istituto di Clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Università di Pavia, Policlinico S. Matteo, Via Taramelli 3, 27100 Pavia, Italia

Accettato il 14 gennaio 1992

Key words: Stress fractures, track and field athletics

Correspondence: Dr. F. Benazzo, Istituto di Clinica Ortopedica e Traumatologica dell'Università di Pavia, Policlinico S. Matteo, Via Taramelli 3, 27100 Pavia, Italy

Accepted January 14, 1992

carichi ripetuti e ciclici che superano la resistenza dell'osso sano. Secondo tale definizione queste fratture rientrano nelle lesioni da sovraccarico funzionale dell'apparato locomotore (1). L'incidenza di queste fratture è aumentata negli ultimi anni, sia in senso assoluto, per incremento della partecipazione sportiva e dei carichi di lavoro, che in senso relativo per la più corretta diagnosi fornita dal più ampio impiego della scintigrafia ossea come metodica diagnostica (2, 3). Sono state fino ad ora pubblicate ampie casistiche retrospettive riguardanti lesioni ossee da durata in gruppi di atleti praticanti differenti discipline sportive (4-10) o in reclute (11-15). In questo lavoro presentiamo i risultati clinici relativi alle fratture da stress diagnosticate e trattate, in un gruppo di atleti di interesse nazionale di atletica leggera, presso il Centro Studi e Ricerche di Medicina e Traumatologia dello Sport della Clinica Ortopedica dell'Università di Pavia nel corso degli ultimi 3 anni. La diagnosi e la terapia di queste lesioni erano oggetto di un protocollo di studio al fine di seguire prospetticamente questa patologia.

Aspetti patogenetici ed anatomo-patologici

La frattura da stress si determina quando le sollecitazioni all'osso divengono eccessive per entità e numero, inducendo un "affaticamento" che supera le capacità di modellamento ed autoriparazione dell'osso stesso, con conseguente prevalenza dell'attività osteoclastica di riassorbimento rispetto a quella osteoblastica di neo-apposizione. Si ipotizza che alla base dell'accelerazione del riassorbimento osteoclastico vi sia un fenomeno di ischemia e conseguente anossia: l'incremento dell'attività osteoclastica appare preceduta da vasodilatazione con trombosi ialina dei vasi dei sistemi haversiani (16). Una frattura da stress può essere la conseguenza di poche sollecitazioni di intensità tale da superare la resistenza dell'osso e/o di ripetuti microtraumi che inducono il riassorbimento osteoclastico.

Sull'osso, negli arti inferiori, agiscono normalmente forze statiche di carico che creano sia vettori di forza compressiva, che vettori di forza tensile, distribuiti in base alla conformazione del segmento scheletrico interessato; per esempio, nel femore si determinano forzepressive in corrispondenza della superficie concava postero-mediale, e forze tensili alla superficie convessa antero-esterna.

In condizioni normali, cioè di allenamento corretto, la contrazione dei muscoli adiacenti neutralizza le forzepressive e tensili correlate al carico, e si determina un equilibrio tra forze statiche e dinamiche (muscolari). L'osso così sollecitato va incontro a fenomeni di rimodellamento ed eventualmente adattamento funzionale alle sollecitazioni meccaniche (Fig. 1). In condizioni di sovraccarico funzionale, l'azione normalmente equilibrante della contrazione muscolare può divenire di volta in volta causa indiretta o diretta dell'insorgen-

bone, and are thus regarded as overuse or exertion injuries of the locomotor apparatus (1). Their incidence has increased recently, both in absolute terms on account of greater participation in sport and higher work loads, and relatively due to the wider use of bone scintigraphy for their correct diagnosis (2, 3).

Extensive retrospective studies of stress fractures in athletes engaged in a variety of sports have already been published (4-10). Other series have been concerned with recruits (11-15). This paper describes the clinical findings in a group of national-level track and field athletes with stress fractures diagnosed and treated in the period 1988 to 1990 at the Sports Medicine and Traumatology Centre, University of Pavia. Diagnosis and treatment were made the subject of a protocol for prospective study of this type of fracture.



Fig. 1 - Le corticali del secondo metatarsale si presentano notevolmente ipespite in maniera uniforme, senza nessuna evidenza di frattura da durata. Attraverso il secondo metatarsale, infatti, si esercita la forza di spinta al momento dello stacco del piede dal suolo; le sollecitazioni meccaniche corrette hanno quindi provocato una reazione ossea ipertrofizzante.

Fig. 1 - Marked, uniform thickening of the cortex of the second metatarsal with no evidence of stress fracture, showing that counteraction of the mechanical stresses imposed on this bone by take-off thrust forces has resulted in a hypertrophic reaction.

za delle fratture da stress. Infatti l'affaticamento muscolare determina indirettamente sovraccarico, perché viene meno la capacità di neutralizzazione delle forze di carico; in altri casi, un'azione muscolare particolarmente intensa, ritmica e ripetitiva, concentrata su di uno specifico segmento osseo, causa direttamente stress meccanici lesivi. Nelle fratture da stress da compressione, si producono microfratture negli osteoni dell'osso compatto e nelle trabecole dell'osso spongioso, che con il tempo confluiscono formando una fissurazione della corticale ad andamento obliquo; nelle fratture da distrazione si produce uno scollamento degli osteoni dalle linee cementanti, con microfratture ad andamento trasversale che possono arrivare ad interessare tutta la circonferenza della corticale e produrre una frattura completa con scomposizione dei monconi (p.e collo femorale) (17). Numerose alterazioni morfologiche dell'apparato locomotore agiscono favorendo l'affaticamento osseo tra cui le eterometrie degli arti, e i difetti di appoggio del piede (piede pronato o cavo). In una popolazione di reclute, sono stati identificati con analisi statistica multivariata due sicuri fattori di rischio: tibie sottili, e un elevato grado di rotazione esterna dell'anca (18). I dismorfismi alterano infatti la biomeccanica articolare e provocano un aumento relativo delle sollecitazioni meccaniche sullo scheletro. Anche aumenti improvvisi dei carichi di allenamento (maggiore chilometraggio, carichi di lavoro di maggiore intensità e più ravvicinati - pause di recupero insufficienti -), superfici di allenamento e gara dure, sono condizioni favorenti e predisponenti il sovraccarico. A questo proposito, la più alta incidenza delle fratture da durata si riscontra nei Paesi nordici dove la prestazione fisica si svolge in condizioni climatiche sfavorevoli (con maggiore affaticamento muscolare), e su terreni spesso duri per il clima rigido. Ogni specifica sede di frattura da stress riconosce peraltro peculiari fattori eziologici, legati alla biomeccanica (normale o patologica) di quel particolare segmento scheletrico in generale, e allo sport praticato. Nel piede pronato il primo raggio è ipermobile e tocca il terreno prima del quinto; tutte le teste metatarsali vi rimangono in contatto più a lungo, con aumento delle quantità di forza di carico che devono assorbire e ammortizzare, con evidente sovraccarico funzionale. Nel piede cavo, lo shock dell'appoggio non è ben distribuito, e viene assorbito dal calcagno, si propaga alla tibia e allo scafoide, che risulta compresso tra l'avampiede e l'astragalo (8).

Pazienti e Metodi

Presso il Centro Studi e Ricerche di Medicina e Traumatologia dello Sport della Clinica Ortopedica dell'Università di Pavia, dal 1988 al 1990 sono state diagnosticate e trattate 49 fratture da durata in 45 atleti di interesse nazionale praticanti atletica leggera. Un atleta ha presentato frattura di entrambe le tibie, in tempi successivi, e tre atleti una frattura da durata con due

Pathogenetic and anatomopathological features of stress fractures

A stress fracture occurs when stresses applied to a bone become excessive in magnitude and number, and induce "fatiguing" that goes beyond its modelling and self-repair capabilities, resulting in prevalence of osteoclastic absorption over osteoblastic formation of new bone. Absorption is thought to be accelerated by ischaemia and hence anoxia, since it is preceded by vasodilatation and hyaline thrombosis of the haversian system vessels (16). A stress fracture may be the outcome of a few stresses beyond the strength of the bone and/or repeated microtraumas inducing absorption. Static loads normally applied to the lower limbs create both compression and strain force vectors distributed in accordance with the shape of the bone segment involved. In the femur, for example, compression is exerted on the postero-medial concave surface, and strain on the anterolateral convex surface. In a correctly trained subject, adjacent muscle contraction neutralises both types of load, resulting in an equilibrium between static and dynamic (muscle) forces. A bone stressed in this way is remodelled and possibly functionally adapted to deal with mechanical stresses (Fig. 1). In the event of overuse, the compensating effect of muscle contraction may prove the indirect or direct cause of a stress fracture. Muscle fatigue, in fact, is indirectly responsible for overloading due to a reduced ability to neutralise loading forces. In other cases, a particularly strong, rhythmic and repeated muscle action concentrated on a particular bone segment is a direct source of damaging mechanical stresses. In stress fractures caused by compression, microfractures occur in the osteons and trabeculae, and eventually form an oblique fissure in the cortical bone. In sprain fractures, osteons are stripped from the cementing lines, and transverse microfractures may involve the whole circumference of the cortical bone, resulting in diastatic fracture (e.g. of the femoral neck) (17). Many morphological alterations of the locomotor apparatus promote bone fatigue, including limb heterometry, and defective foot support (talipes valgus or cavus). Multivariate analysis has revealed two clear risk factors in a population of recruits: thin tibia, and marked external rotation of the hip (18). Dismorphism alters the joint biomechanics and causes a relative increase in the mechanical stress applied to the skeleton. Sudden increases in training loads, too, such as extra mileage, heavier work loads at briefer intervals, insufficient recovery pauses, and hard training and competition surfaces set the stage for overloading. In this connection, it is worth noting that the highest incidence of stress fractures is found in North European countries, where the climate is less favourable and results in greater muscle fatigue, and the ground is often hard. Moreover, particular aetiological factors

Tab. 1 - Vedi testo.

Table 1 - See text.

45 Atleti 45 Athletes	49 Sedi di frattura 49 Fracture sites
1 atleta 1 athlete	tibie non contemporaneamente both tibiae (not at the same time)
1 atleta 1 athlete	scafoide tarsale + III cuneiforme tarsal navicular + 3rd cuneiform
1 atleta 1 athlete	scafoide tarsale + tibia tarsal navicular + tibia
1 atleta 1 athlete	scafoide tarsale + IV metatarsale tarsal navicular + 4th metatarsal

localizzazioni contemporanee (Tab. 1). Sesso ed età degli atleti sono rappresentati nelle Tabelle 2 e 3. Le specialità di atletica praticate, sono rappresentate nelle Tabelle dei risultati 6 e 7. Il sospetto clinico, basato sul dato anamnestico e sull'esame obiettivo, era confermato da indagini strumentali. Tutti gli atleti erano sottoposti ad esame radiografico; se questo risultava negativo, la diagnosi era confermata da esame scintigrafico e/o T.C. Nei casi in cui l'esame radiografico confermava il sospetto clinico di frattura da durata, ma con immagini quali ispessimento periostale, senza evidenti segni di interruzione della corticale, scintigrafia e soprattutto T.C. erano utilizzate per porre una diagnosi di certezza e per valutare soprattutto lo stadio evolutivo della lesione, considerata la variabilità del tempo intercorso tra comparsa della sintomatologia e il momento della nostra prima osservazione clinica. Tutti gli atleti erano trattati, a diagnosi confermata, con: a) immobilizzazione con stivalotto gessato e astensione dal carico (nei casi di frattura completa dello scafoide); b) supporti ortopedici (plantari di scarico e/o di correzione

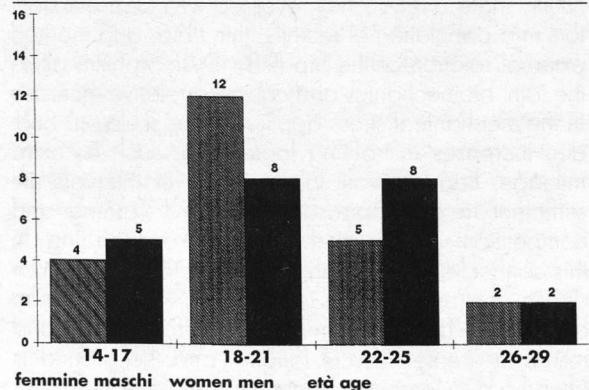
linked to the normal and pathological biomechanics of the bone segment in question, and the sport undertaken, are associated with each specific stress fracture site. In talipes valgus, the first toe is hypermobile and touches the ground before the fifth, while all the metatarsal heads remain in contact with it longer, with an increase in the amount of loading force to be absorbed and damped, with evident functional overloading. In talipes cavus, the support shock is not well distributed, but absorbed by the calcaneus, from which it propagates to the tibia and navicular, which is thus compressed between the forefoot and the talus (8).

Patients and Methods

A total of 49 stress fractures were diagnosed and treated between 1988 and 1990 in 45 national-level track and field athletes at the Sports Medicine and Traumatology Centre, Pavia. One athlete broke first one, then the other tibia, while three had fractures at two sites at the same time (Table 1). Patient sex and age are illustrated in Tables 2 and 3. The sports involved are listed in results Tables 6 (women) and 7 (men). Clinical suspicions founded on the anamnesis and objective picture were confirmed instrumentally. Radiograms were taken in all cases. If this examination proved negative, confirmation was obtained by scintigraphy and/or CT. If radiography supported the clinical suspicion, but revealed periosteal thickening rather clear evidence of interruption of cortical bone, scintigraphy and above all CT were employed to clinch the diagnosis and assess the progress of the lesion in view of the varying times between symptom onset and the first clinical examination. Treatment always consisted of: a) short-leg cast and no loading in cases of complete navicular fracture; b) orthopedic plantar weight-relieving and/or correcting supports for metatarsal and calcaneal fractures, incomplete

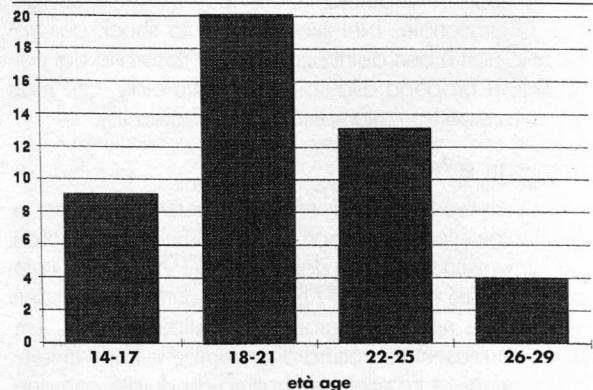
Tab. 2 - Divisione per sesso ed età.

Table 2 - Sex and age categories.



Tab. 3 - Divisione per età.

Table 3 - Age categories.



dell'appoggio - fratture metatarsali, calcaneali, scafoidee incomplete e dopo lo stivalotto gessato nelle complete); c) riposo attivo (non sollecitazione della regione interessata ma mantenimento della forma generale con opportuni esercizi in palestra, piscina e bicicletta); d) magnetoterapia (campi magnetici pulsati); e)

navicular fractures, and complete navicular fractures following removal of the short-leg cast; c) active rest (no stress applied to the region affected, but maintenance of general form by appropriate gymnasium, swimming-pool and bicycle exercises); d) pulsed magnetic field therapy. Return to sport was judged

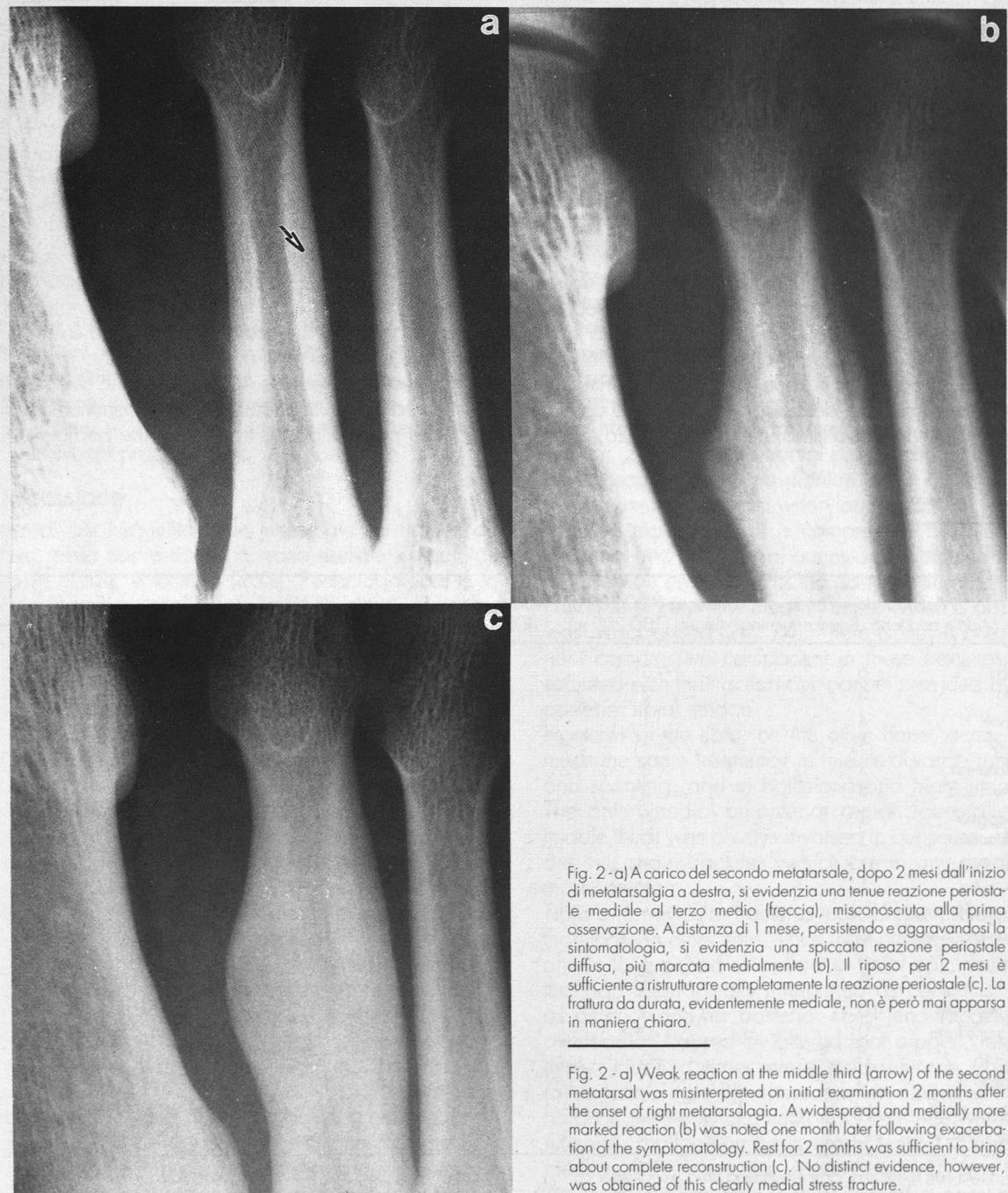


Fig. 2 - a) A carico del secondo metatarsale, dopo 2 mesi dall'inizio di metatarsalgia a destra, si evidenzia una tenue reazione periostale mediale al terzo medio (freccia), misconosciuta alla prima osservazione. A distanza di 1 mese, persistendo e aggravandosi la sintomatologia, si evidenzia una spiccata reazione periostale diffusa, più marcata medialmente (b). Il riposo per 2 mesi è sufficiente a ristrutturare completamente la reazione periostale (c). La frattura da durata, evidentemente mediale, non è però mai apparsa in maniera chiara.

Fig. 2 - a) Weak reaction at the middle third (arrow) of the second metatarsal was misinterpreted on initial examination 2 months after the onset of right metatarsalgia. A widespread and medially more marked reaction (b) was noted one month later following exacerbation of the symptomatology. Rest for 2 months was sufficient to bring about complete reconstruction (c). No distinct evidence, however, was obtained of this clearly medial stress fracture.

Tab. 4 - Sedi di frattura

Table 4 - Fracture sites

Scafoide tarsale	14	Astragalo	2
Tarsal navicular	14	Talus	2
Tibia	13	III metatarsale	1
Tibia	13	3rd metatarsal	1
Perone	6	Istmo di L5	1
Fibula	6	L5 pedicle	1
II metatarsale	3	Sesamoide (Med.)	1
2nd metatarsal	3	Sesamoid (Med.)	1
IV metatarsale	2	III cuneiforme	1
4th metatarsal	2	3rd cuneiform	1
Calcagno	2	V metatarso	1
Calcaneus	2	5th metatarsal	1
Malleolo mediale	2		
Medial malleolus	2		

terapia riabilitativa specifica alla ripresa della attività. La ripresa dell'attività sportiva era basata sui seguenti criteri di guarigione: a) Criteri clinici: - completa scomparsa della sintomatologia clinica soggettiva e della dolorabilità oggettiva in sede di frattura; b) Criteri strumentali: - evoluzione del quadro radiografico con callo periostale completo (tibia, metatarsi - Fig. 2a, b, c;-),

according to the following criteria: a) Clinical: complete disappearance of subjective symptoms and objective painfulness at the fracture site; b) Instrumental: radiographic evidence of formation of complete ensheathing callus (tibia, metatarsi: Fig. 2a, b, c), and disappearance of the fracture slit, together with control scintigraphy and CT in cases of tarsal and anterior tibial fracture.

Results

The stress fracture sites observed in this series (Table 4) are related to the sport concerned in Table 5. Patient data are listed in Table 6 (female) and Table 7 (male): age, sport, fracture site, time between symptom onset and diagnosis, instrumental examinations performed and their diagnostic accuracy in relation to the site, and clinical outcome after diagnosis.

Forty-three athletes were regarded as cured on the strength of the criteria mentioned earlier, including two treated surgically: case no.13, removal of the posterior portion of the talus; case no.6, removal of the anterior tibial cortical bone involved in the fracture, plus microperforations in the adjacent areas. The mean healing time was 4.5 months. The two subjects not cured were a decathlete with continuing effort-induced pain following fracture of the pedicle of L5

Tab. 5 - Vedi testo

Table 5 - See text.

	Mezzofondo + Fondo Middle and long distance running	Velocità (100-200 m) Sprints (100-200 m)	400 m piani 400 metres	Ostacoli e Siepi Hurdles and Steeplechase	Salto Jumping	Epta/Decathl. Hepta/Decathlon
Tibia	6	3	0	0	4	2
Tibia	6	3	0	0	4	2
Perone	4	1	0	0	1	0
Fibula	4	1	0	0	1	0
Metatarsali	3	3	0	0	1**	0
Metatarsals	3	3	0	0	1**	0
Calcagno	1	0	0	0	1	0
Calcaneus	1	0	0	0	1	0
Scafoide	1	3*	2	6	2	0
Navicular	1	3*	2	6	2	0
Sesamoide (Med.)	0	1	0	0	0	0
Sesamoid (Med.)	0	1	0	0	0	0
Astragalo	0	1	0	0	1	0
Talus	0	1	0	0	1	0
III cuneiforme	0	0	0	0	1***	0
3rd cuneiform	0	0	0	0	1***	0
Istmo L5	0	0	0	0	0	1
L5 pedicle	0	0	0	0	0	1
Sedi totale 49	15	12	2	6	11	3
Total sites 49	15	12	2	6	11	3

* 1 atleta con localizzazione simultanea tibia e scafoide

** 1 atleta con localizzazione simultanea scafoide e III cuneiforme

*** 1 atleta con localizzazione simultanea scafoide e IV metatarso

* including one with navicular + tibia

** 3rd cuneiform + navicular

*** 4th metatarsal + navicular

e scomparsa della rima di frattura nei casi di frattura delle ossa tarsali, e in alcuni casi di frattura della tibia (quelle anteriori), con esame scintigrafico e T.C. di controllo.

Risultati

I segmenti scheletrici interessati dalle fratture da durata sono riportati in Tabella 4, e in relazione alla specialità atletica in Tabella 5. Le Tabelle 6 (femmine) e 7 (maschi) riportano sinteticamente i dati relativi a età, sport, sede di frattura, tempo intercorso tra inizio della sintomatologia e diagnosi, accertamenti strumentali eseguiti e loro accuratezza diagnostica in relazione alla sede, ed evoluzione clinica dal momento della diagnosi. Quarantatré atleti, sulla base dei criteri elencati, sono stati considerati guariti. Due di questi sono stati sottoposti ad intervento chirurgico (asportazione della porzione posteriore dell'astragalo in un caso - n. 13; asportazione della corticale tibiale anteriore interessata dalla frattura, e microperforazioni dell'area circostante, nell'altro caso - n. 6). Il tempo medio di guarigione è risultato di 4,5 mesi. Sono stati considerati non guariti due atleti: il decatleta affetto da frattura dell'istmo di L5, in cui permanevano dolore da sforzo e ovviamente il quadro radiografico di lisi dell'istmo (Tab. 7, n. 1), e il saltatore in alto che ha rifiutato l'intervento proposto (Tab. 7, n. 3).

Discussione

Le sedi più frequentemente interessate da frattura da stress, nella nostra casistica, sono risultate lo scafoide tarsale (28%), e la tibia (26%). Pertanto la tibia e lo scafoide tarsale rappresentano il 55% di tutte le fratture diagnosticate e trattate. In nessun'altra casistica clinica finora pubblicata, è stata descritta una così elevata incidenza di fratture da stress dello scafoide in un gruppo omogeneo di atleti - 1 caso su 142 fratture da stress - (19); - 21 casi in una popolazione di atleti amatoriali e professionisti da 3 centri ortopedici diversi, di cui 6 praticanti atletica leggera - (20). Dalla osservazione della Tabella 5, risulta evidente che questo tipo di frattura è più frequente in specialità di atletica leggera, nelle quali esiste una componente di spinta propulsiva massimale reiterata (velocità, 3 casi in 11 atleti, e 400 metri piani, 2 casi in 2 atleti), specie se associata al balzo e successiva ricaduta, e/o al contatto in velocità con il suolo (ostacoli, 6 casi in 6 atleti). Questi dati ben si accordano con le ipotesi patogenetiche basate sulla biomeccanica del mesopiede. La mobilità relativa dello scafoide rispetto all'astragalo è molto elevata: esso si muove sul piano orizzontale medialmente sulla testa astragalica di 5°-10° passando dalla eversione alla inversione, di 25°-30° nel piano frontale, e di circa 45° sul piano sagittale, in flessione plantare (21-23) (nella spinta massimale e nella fase di appoggio nella discesa dall'ostacolo). In questi movimenti viene compresso tra le ossa tarsali prossimali e distali, e so-

naturalmente accompagnato da radiografiche evidenze di lysis of the pedicle (Table 7, case no 1), and a high-jumper who refused surgery (Table 7, case no. 3).

Discussion

Over half (55%) of the stress fractures included in this series were located at the tarsal navicular (28%) and tibia (26%). This high percentage for the navicular is not reflected in the literature reports of uniform groups of athletes. Orava et al., for example, mention 1 instance in a series of 142 stress fractures (19), while Torg et al., observed 21 cases in a population of professional and amateur sportspersons from 3 centres, six of whom were engaged in track and field athletics (20). Table 5 shows that these fractures are more frequent in disciplines requiring repetition of a maximum thrust (sprinting: 3/11 subjects. 400 metres: 2/2 subjects), especially if this is also combined with jumping and landing, and/or fast contact with the ground (hurdling: 6/6 subjects). These findings are in full agreement with suggestions that the cause of navicular stress fractures is to be sought in the biomechanics of the midfoot. The relative mobility of this bone with respect to the talus is very great: on the horizontal plane, it moves medially 5-10° on the talar head, passing from eversion to inversion, as well as 25-30° in the frontal plane, and about 45° on the sagittal plane, in plantar flexion (21-23), during maximum thrust and when landing after a hurdle. In these movements, it is compressed between the proximal and distal tarsal bones and subjected to lateral traction on the part of the posterior tibial tendon. Fractures occur in the median zone, which is also the least vascularised (20, 24). There is thus a predominant compressive component in these fractures, associated with the traction component provided by the posterior tibial tendon.

Fractures of the tibia, on the other hand, occur with much the same frequency in middle-distance running and sprinting, and in both long and high jumping. The anteromedial or anterior region (generally the middle third) was always involved in our series. These are thus strain fractures, which are in any event the most common.

Tibia and navicular fractures took longer to diagnose than those in other sites, since most athletes presented after a long period of midfoot or tibial pain (Table 8) that had been initially interpreted as perostitis, and as anterior and/or posterior tibial tendinopathy, or overloading caused by altered foot support, respectively. Healing times were more uniform, though rather long (Table 8), whereas when diagnosis came hard on the heels of symptom onset, they were significantly shorter than the average (Tables 6 and 7). Healing of the navicular in particular was slow (Fig. 4). Microangiographic studies, indeed, have shown, as stated earlier, that the median zone, which is the

Table 6 - See text

Nr. No.	Età Age	Sesso Sex	Sport Sport	Sede Site	Sint.-Diag. Symptoms to Diagnosis interval	RX X-ray	Scintigrafia Scintigraphy	TC CT	Guarigione Healing time
1	21	F	Eptathlon	Tibia sx	6 mesi	++	"	"	4 mesi
1	21	F	Heptathlon	Left tibia	6 months	++	"	"	4 months
2	22	F	Fondo	Tibia sx	2 mesi	++	++	++	4 mesi
2	22	F	Long distance	Left tibia	2 months	++	++	++	4 months
3	24*	F	Lungo	Tibia sx	1 mese	++	"	"	4 mesi
3	24*	F	Long jump	Left tibia	1 month	++	"	"	4 months
4	20*	F	Lungo	Tibia dx	2 mesi	++	"	"	12 mesi
4	20*	F	Long jump	Right tibia	2 months	++	"	"	12 months
5	23	F	Velocità	Tibia sx	2 gg	++	++	"	3 mesi
5	23	F	Sprint	Left tibia	2 days	++	++	"	3 months
6	21	F	Lungo	Tibia sx	10 gg	++	++	"	5 mesi
6	21	F	Long jump	Left tibia	10 days	++	++	"	5 months
7	26	F	Fondo	Tibia dx	1 mese	+	++	"	1 mese e mezzo
7	26	F	Long distance	Right tibia	1 month	+	++	"	1 1/2 months
8	14	F	Mezzofondo	Perone sx	20 gg	++	"	"	2 mesi
8	14	F	Middle distance	Left fibula	20 days	++	"	"	2 months
9	23	F	Velocità	Perone dx	1 gg	++	"	++	5 mesi
9	23	F	Sprint	Right fibula	1 day	++	"	++	5 months
10	19	F	Mezzofondo	Perone sx	20 gg	+	++	+	2 mesi e mezzo
10	19	F	Middle distance	Left fibula	20 days	+	++	+	2 1/2 months
11	19	F	Velocità	Apof. Post. Astragalo dx	3 mesi	+	"	++	4 mesi**
11	19	F	Sprint	Post. Apo right Talus	3 months	+	"	++	4 months**
12	17	F	Mezzofondo	Calcagno dx	5 mesi	++	"	"	2 mesi
12	17	F	Middle distance	Right calcaneus	5 months	++	"	"	2 months
13	17	F	100 m ostacoli	Scafoide sx	3 mesi	+	++	++	4 mesi
13	17	F	100 m hurdles	Left navicular	3 months	+	++	++	4 months
14	21	F	400 m	Scafoide dx	10 mesi	+	++	"	4 mesi
14	21	F	400 m	Right navicular	10 months	+	++	"	4 months
15	19	F	400 m	Scafoide dx	3 mesi	+	++	"	6 mesi
15	19	F	400 m	Right navicular	3 months	+	++	"	6 months
16	20	F	Alto	Scafoide + III CUN sx	8 mesi	+	++	++	6 mesi
16	20	F	High jump	Left navicular + 3rd CUN	8 months	+	++	++	6 months
17	19	F	Velocità	Scafoide dx	9 mesi	+	"	++	8 mesi
17	19	F	Sprint	Right navicular	9 months	+	"	++	8 months
18	19	F	Velocità	Scafoide dx	3 mesi	+	++	++	2 mesi
18	19	F	Sprint	Right navicular	3 months	+	++	++	2 months
19	21	F	Lungo	Scafoide + IV MET sx	3 mesi	+	++	++	4 mesi
19	21	F	Long jump	Left navicular + 4th MET	3 months	+	++	++	4 months
20	16	F	Velocità	V metatarso dx	4 mesi	+	++	"	4 mesi
20	16	F	Sprint	Right 5th metatarsol	4 months	+	++	"	4 months
21	22	F	Velocità	IV metatarso dx	4 mesi	++	"	"	7 mesi
21	22	F	Sprint	Right 4th metatarsol	4 months	++	"	"	7 months
22	28	F	Mezzofondo	II metatarso sx	4 mesi	+	++	"	6 mesi
22	28	F	Middle distance	Left 2nd metatarsol	4 months	+	++	"	6 months
23	21	F	Velocità	Sesamoidi piede dx	15 mesi	++	"	"	6 mesi
23	21	F	Sprint	Right sesamoids	15 months	++	"	"	6 months

* Stessa atleta

** T.C. a 8 mesi invariata. Si allena senza dolore

+ Esame eseguito ma non diagnostico

++ Esame eseguito ma diagnostico

" Esame non eseguito

* Same subject

** CT unchanged after 8 months. Trains without pain

+ Not diagnostic

++ Diagnostic

" Not done

Table 7 - See text

Nr No	Età Age	Sesso Sex	Sport Sport	Sede Site	Sint Symptoms	Diag to Diagnosis	RX X-ray	Scintigrafia Scintigraphy	TC CT	Guarigione Healing time
1	22	M	Decathlon	Istmo L5	4 mesi	+	++	++	++	non guarito
1	22	M	Decathlon	L5 pedicle	4 months	+	++	++	++	not healed
2	17	M	Mezzofondo	Tibia sx	6 mesi	+	++	"	"	3 mesi
2	17	M	Middle distance	Left tibia	6 months	+	++	"	"	3 months
3	24	M	Alto	Tibia dx	12 mesi	++	++	++	++	non guarito*
3	24	M	High jump	Right tibia	12 months	++	++	++	++	not healed*
4	23	M	Mezzofondo	Tibia dx	2 anni	+	++	RMN	RMN	4 mesi
4	23	M	Middle distance	Right tibia	2 anni	+	++	MNR	MNR	4 months
5	18	M	Mezzofondo	Tibia dx	1 mese	+	++	"	"	10 mesi
5	18	M	Middle distance	Right tibia	1 month	+	++	"	"	10 months
6	25	M	Mezzofondo	Tibia sx	5 gg	++	++	"	"	2 mesi (operato)
6	25	M	Middle distance	Left tibia	5 days	++	++	"	"	2 months (operated)
7	24	M	Velocità	Tibia dx + Scafoide dx	12 mesi	++	"	++	++	6 mesi
7	24	M	Sprint	Right tibia + Novicular	12 months	++	"	++	++	6 months
8	23	M	Alto	Perone dx	5 mesi	++	++	++	++	2 mesi
8	23	M	High jump	Right fibula	5 months	++	++	++	++	2 months
9	20	M	Mezzofondo	Perone sx	15 gg	+	++	"	"	1 mese e mezzo
9	20	M	Middle distance	Left fibula	15 days	+	++	"	"	1 1/2 month
10	19	M	Mezzofondo	Perone sx	20 gg	+	++	"	"	1 mese e mezzo
10	19	M	Middle distance	Left fibula	20 days	+	++	"	"	1 1/2 month
11	19	M	Velocità	Malleolo mediale dx	3 mesi	++	"	"	"	6 mesi
11	19	M	Sprint	Right medial malleolus	3 months	++	"	"	"	6 months
12	24	M	Decathlon	Malleolo mediale sx	2 mesi	+	++	++	++	2 mesi
12	24	M	Decathlon	Left medial malleolus	2 months	+	++	++	++	2 months
13	23	M	Triplo	Tub. Post. Astragalo	4 mesi	+	++	++	++	3 mesi (operato)
13	23	M	Triple jump	Post. Tub. Tali	4 months	+	++	++	++	3 months (operated)
14	21	M	Asta	Calcagno dx	12 mesi	+	++	++	++	4 mesi
14	21	M	Pole vault	Right calcaneus	12 months	+	++	++	++	4 months
15	18	M	Siepi	Scafoide sx	3 mesi	+	"	++	++	6 mesi
15	18	M	Steeplechase	Left navicular	3 months	+	"	++	++	6 months
16	17	M	Ostacoli	Scafoide dx	6 mesi	++	++	++	++	12 mesi
16	17	M	Hurdles	Right navicular	6 months	++	++	++	++	12 months
17	17	M	Ostacoli	Scafoide dx	4 mesi	+	"	++	++	8 mesi
17	17	M	Hurdles	Right navicular	4 months	+	"	++	++	8 months
18	17	M	Ostacoli	Scafoide dx	3 mesi	++	"	"	"	12 mesi
18	17	M	Hurdles	Right navicular	3 months	++	"	"	"	12 months
19	17	M	Ostacoli	Scafoide dx	5 mesi	+	"	++	++	8 mesi
19	17	M	Hurdles	Right navicular	5 months	+	"	++	++	8 months
20	28	M	Mezzofondo	Scafoide sx	1 mese	+	++	++	++	3 mesi
20	28	M	Middle distance	Left navicular	1 month	+	++	++	++	3 months
21	18	M	Mezzofondo	II metatarso	3 mesi	++	"	"	"	3 mesi
21	18	M	Middle distance	2nd metatarsal	3 months	++	"	"	"	3 months
22	26	M	Mezzofondo	III metatarso	1 mese	++	++	"	"	2 mesi
22	26	M	Middle distance	3rd metatarsal	1 month	++	++	"	"	2 months
23	19	M	Velocità	II metatarso	1 mese	++	++	"	"	2 mesi
23	19	M	Sprint	2nd metatarsal	1 month	++	++	"	"	2 months

* Proposto intervento chirurgico

+ Esame eseguito ma non diagnostico

++ Esame eseguito ma diagnostico

" Esame non eseguito

* Surgery proposed

+ Not diagnostic

++ Diagnostic

" Not done

toposto alla trazione laterale del tendine del tibiale posteriore, andando incontro a frattura nella zona mediale, che è anche la meno vascolarizzata (20, 24). Si tratta quindi di fratture che presentano una componente compressiva prevalente, associata ad una componente di trazione ad opera dell'inserzione tendinea del m. tibiale posteriore. Le fratture della tibia erano invece distribuite senza differenze significative tra le specialità di corsa (mezzofondo, velocità) e di balzi (lungo, alto). Tutte le fratture da stress della tibia da noi osservate erano situate nella regione anteriore (antero-mediale o anteriore), in genere al terzo medio; si trattava quindi di fratture da tensione, che peraltro sono quelle più comuni. Le fratture dello scafoide e della tibia hanno richiesto il maggior tempo per la diagnosi rispetto a tutte le altre sedi di frattura, poiché la maggior parte degli atleti era giunto alla nostra osservazione dopo un lungo periodo di sintomatologia dolorosa (Tab. 8). Il dolore al mesopiede e quello tibiale erano stati interpretati prima della nostra osservazione, rispettivamente come periostite e come tendinopatie (del tibiale anteriore e/o posteriore), o sovraccarico da alterato appoggio del piede. I tempi di guarigione sono risultati più uniformi anche se piuttosto lunghi (Tab. 8); tuttavia, nei casi in cui la diagnosi è stata posta a brevissima distanza dall'inizio della sintomatologia, i tempi di guarigione si sono accorciati significativamente rispetto alla media (Tabb. 6, 7). Specie per quanto riguarda lo scafoide, i tempi di guarigione erano piuttosto elevati (Fig. 4a, b, c, d, e); infatti, studi microangiografici hanno dimostrato che l'area dello scafoide che è massimamente compressa tra le ossa prossimali e distali del tarso (quella centrale) è anche la meno vascolarizzata (20, 24), e quindi con scarse capacità riparative. Per questo motivo alcuni Autori raccomandano un intervento chirurgico di osteosintesi con vite nei casi acuti, e transpante osseo nei casi cronicizzati (20, 23, 24). Nella nostra casistica non abbiamo voluto differenziare le fratture complete da quelle incomplete, trattandole entrambe conservativamente, riservando a quelle com-

most compressed between the proximal and distal tarsal bones, is also the least vascularised (20, 24), and thus has a poor repair potential. Some workers, therefore, advise osteosynthesis with screws in acute cases, and bone transplants in chronic cases (20, 23, 24). No distinction was drawn in our series between complete and incomplete fractures. Both were treated conservatively. As recommended by Orava and Peltokallio, we used a short-leg cast with no loading for complete fractures (23), and rest plus plantar supports for incomplete fractures. Pulsed field magnetotherapy was employed in both situations. Moreover, both complete and incomplete navicular fractures followed much the same course and displayed a poor repair potential: long recovery times, intense perifocal sclerosis. Surgery was not immediately proposed, as these were mainly young athletes with no particular need to speed up their recovery times. The wisdom of this decision was borne out by the results (Figs. 4e, 5a, b, c, d). One male athlete (case no. 18) was regarded as cured on account of a total absence of symptoms on his return to sport, whereas CT revealed the persistence of an albeit incomplete fracture crack (Fig. 4). Slightly shorter tibia

Tab. 8 - Vedi testo.

Table 8 - See text.

Segmento scheletrico Fracture site	Tempo tra sint. e diagnosi Symp. to diagnosis interval	Guarigione Healing time
Scafoide (14)	5.2 mesi (1 - 12)	5.96 mesi
Navicular (14)	5.2 months (1 - 12)	5.96 months
Tibia (13 + 2)*	4.8 mesi (2 gg. -24)	4.46 mesi
Tibia (13 + 2)*	4.8 months (2 days -24)	4.46 months
Tutti i casi All cases	3.6 mesi 3.6 months	4.45 mesi 4.45 months

* 2 malleoli medioli
1 tibia non guarita

* 2 medial malleoli
1 tibia not healed



Fig. 3 - L'esame scintigrafico evidenzia una netta ipercaptazione in fase metabolica a carico del mesopiede sx.

Fig. 3 - Scintiscan (metabolic phase) showing a clearly augmented uptake in the left midfoot.

plete un trattamento con gesso e sospensione dal carico, come peraltro raccomandato da Orava e Peltokallio (23), ed a quelle incomplete riposo e plantari. Per entrambi i tipi di frattura, abbiamo utilizzato un trattamento di magnetoterapia (a campi pulsati). Peraltro, sia le fratture di scafoide complete che quelle incomplete hanno dimostrato, nella nostra esperienza clinica, una evoluzione sovrapponibile e una scarsa capacità riparativa: lunghi tempi di guarigione, intensa sclerosi perifocale. In ogni caso abbiamo preferito non proporre immediatamente un intervento chirurgico a questi atleti per la loro giovane età per cui non esiste-

healing times were also noted in cases of sprain fracture, in which, however, the crack persisted for some time, often accompanied by repair reaction around the bone. The athlete who refused surgery for a tibia stress fracture, and whose clinical and radiographic picture persisted, was regarded as not cured. Generally speaking, however, our tibial healing times were shorter than the 12.5 months reported by Rettig et al. (25). The main feature of stress fractures is their initial radiographic invisibility, since in the early bone strain stage the trabecular microfractures have not yet come together to form a

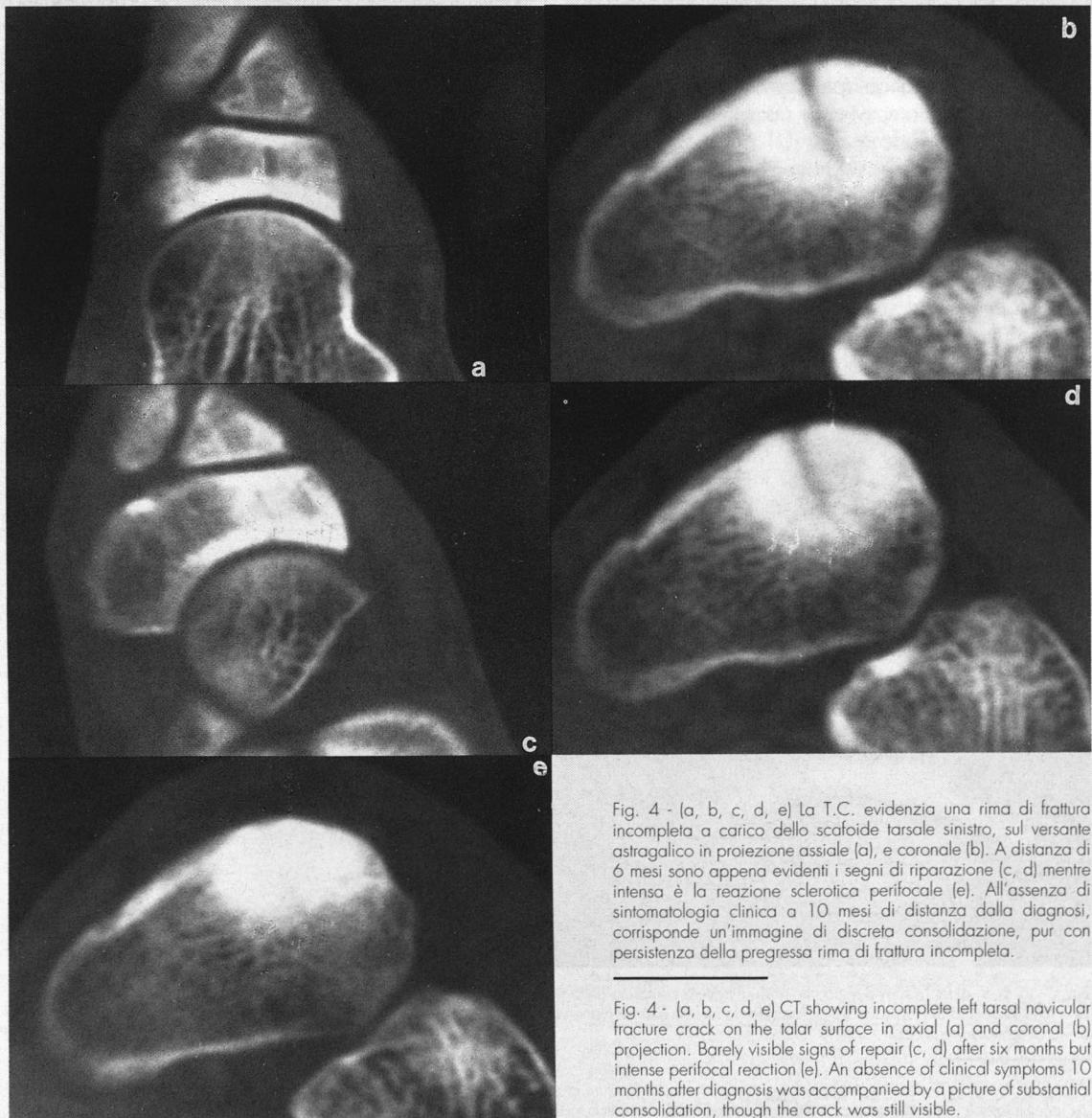


Fig. 4 - (a, b, c, d, e) La T.C. evidenzia una rima di frattura incompleta a carico dello scafoide tarsale sinistro, sul versante astragalico in proiezione assiale (a) e coronale (b). A distanza di 6 mesi sono appena evidenti i segni di riparazione (c, d) mentre intesa è la reazione sclerotica perifocale (e). All'assenza di sintomatologia clinica a 10 mesi di distanza dalla diagnosi, corrisponde un'immagine di discreta consolidazione, pur con persistenza della pregressa rima di frattura incompleta.

Fig. 4 - (a, b, c, d, e) CT showing incomplete left tarsal navicular fracture crack on the talar surface in axial (a) and coronal (b) projection. Barely visible signs of repair (c, d) after six months but intense perifocal reaction (e). An absence of clinical symptoms 10 months after diagnosis was accompanied by a picture of substantial consolidation, though the crack was still visible.

vano particolari spinte ad accelerare i tempi di ripresa: i risultati hanno peraltro confortato la nostra scelta iniziale (Figg. 4e, 5a, b, c, d). In un caso non abbiamo avuto una guarigione perfetta dal punto di vista strumentale: la T.C. evidenziava la persistenza di una rima, seppure incompleta, di frattura. Dal punto di vista clinico, invece, l'assoluta mancanza di sintomi alla ripresa dell'attività, ci ha fatto considerare guarito l'atleta (caso 18, sesso maschile) (Fig. 4).

Tempi di guarigione di poco più brevi sono stati osservati anche per la tibia: si trattava in tutti i casi di fratture da tensione in cui la rima di frattura persiste a lungo e spesso si mantiene anche sulla reazione periostale reattiva/riparativa.

Abbiamo infatti considerato non guarito un atleta con persistenza del quadro clinico e radiografico, e che ha rifiutato l'intervento chirurgico. I tempi di guarigione delle fratture da durata della tibia sono comunque risultati, nella nostra casistica, più brevi di quelli riportati

crack. Standard radiograms are more likely to reveal cortical and/or trabecular alterations only in cases where pain and substantial functional impotence form part of the symptomatological overtur.

Scintigraphy was of major importance in this as in other series, since an increased uptake is a much earlier sign than any alteration detectable radiographically. The three phases (angiographic, blood pool, and metabolic) of a 99m Tc scintiscan usually permit early diagnosis and differentiation. Stress fractures are marked by intense focal uptake in the metabolic phase (Fig. 3), whereas hot spots indicative of other overloading derangements, such as osteochondral lesions and chondropathies, appear in the blood pool phase, and those representing soft tissue damage ("shin splints") are found in the angiographic phase (2). The examination is also of assistance with respect to prognosis and assessment of the anticipated healing time, since there is a direct relation between uptake intensity and the ex-

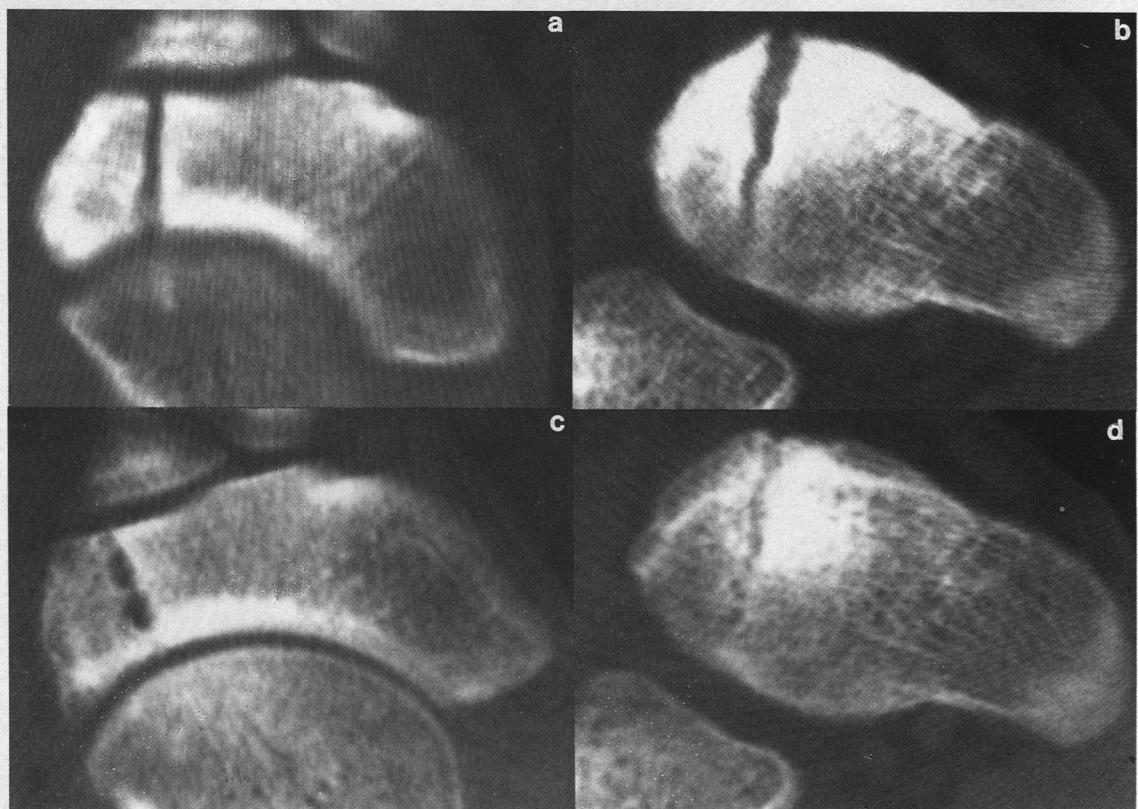


Fig. 5 - (a, b, c, d) La T.C. evidenzia una rima di frattura completa dello scafoide tarsale destro, nelle proiezioni assiale (a) e coronale (b). A distanza di 6 mesi la frattura del terzo medio dello scafoide tarsale è assai meno visibile per aumentata densità della rima in rapporto al callo osseo endostale in via di formazione (c, d).

Fig. 5 - (a, b, c, d) CT showing complete right tarsal navicular fracture crack in axial (a) and coronal (b) projection. The middle third site is still evident six months later (c, d) in the form of increased rima density in relation to the growing central callus.

da Rettig e coll. (25): 12.5 mesi. La caratteristica principale della frattura da stress è quella di non essere visibile radiograficamente nelle fasi iniziali, in quanto le microfratture trabecolari non sono ancora confluite a determinare una rima di frattura (fase di "bone strain"). Solo nei casi in cui la sintomatologia inizi acutamente, con dolore e impotenza funzionale importante, è più probabile che le radiografie standard possano mettere in evidenza le alterazioni dell'osso corticale e/o trabecolare. Invece, anche nella nostra esperienza l'esame scintigrafico osseo assume grande importanza, in quanto una ipercaptazione compare molto più precocemente di ogni alterazione radiografica. In generale, l'esame scintigrafico con tecnecio 99 difosfonato, con le sue tre fasi diagnostiche (fase I o angiografica, II o di "blood pool", III o metabolica) permette una diagnosi precoce di frattura da durata [la cui caratteristica è una ipercaptazione focale intensa nella fase metabolica (Fig. 3)], una diagnosi differenziale con lesioni da sovraccarico di altra natura (lesioni osteocondrali, condropatie - che presentano una ipercaptazione nella fase di "blood pool"), e con lesioni dei tessuti molli (shin splints - che ipercaptano nella fase angiografica) (2). La scintigrafia inoltre ha un valore prognostico in funzione della severità della lesione (correlazione diretta con l'intensità e l'ampiezza della lesione) e in termini di durata del periodo necessario alla guarigione (26). Come risulta dalla Tabella 9, la scintigrafia, eseguita in 30 casi, si è dimostrata decisiva per la diagnosi e la stadiizzazione della lesione nel 100% di questi casi. La radiografia, invece, ha dimostrato una sensibilità diagnostica del 47%; soprattutto, non ha mai evidenziato fratture da stress dello scafoide. Inoltre, l'esame rxgrafico può mettere in evidenza il callo di riparazione della frattura, più che la frattura stessa (27), specie nei metatarsali (Fig. 2a, b, c). Al fine di evidenziare con una immagine precisa questo tipo di lesione, si è rivelata insostituibile la T.C., eseguita dopo la dimostrazione di una ipercaptazione scintigrafica in tale sede. La T.C. evidenziava l'estensione della rima di frattura (lesione completa o incompleta) e il grado di sclerosi perifocale. Inoltre era fondamentale per seguire nel tempo l'evoluzione riparatrice di questa specifica frattura da durata. Sulla base della esperienza clinica maturata, in alcuni casi, anche per favorire una diagnosi veloce, abbiamo fatto eseguire una T.C. dello scafoide, senza eseguire esame scintigrafico. In caso di lesioni in ossa lunghe, invece, l'esame scintigrafico era utile perché permetteva di eseguire una T.C. mirata in sede di captazione. Nel caso di frattura da stress del perone in cui la T.C. era risultata ugualmente negativa in sede di ipercaptazione, verosimilmente essa era stata eseguita troppo precocemente, cioè prima dell'inserarsi di alterazioni periostali reattive; verosimilmente, in questo caso, una RMN sarebbe stata utile per fornire una immagine della lesione (alterato segnale corticale). Non abbiamo tuttavia esperienza diretta di

tent of a lesion (26). Scintigraphy proved decisive for the diagnosis and staging of all the 30 cases in which it was employed, whereas the positivity of radiography was only 47%, and its sensitivity with regard to navicular fractures was nil (Table 9). Moreover, radiography can indicate the repair callus rather than the fracture itself (27), especially in the metatarsals (Fig. 2a, b, c). CT was used when the scintiscan was positive, and proved an invaluable source of precise images showing both the extension of a crack (complete or incomplete fracture) and the degree of perifocal sclerosis. It was also of fundamental importance in monitoring the repair process. In some cases, indeed, it was decided in the light of the clinical experience acquired to secure a more immediate diagnosis by performing a CT scan of the navicular without prior scintigraphy. When a long bone was involved, however, scintigraphy was a useful prelude, as it enabled CT to be directed to the uptake site. A negative CT following a positive scintiscan in a woman with a fibula stress fracture (case no. 10) was probably attributable to the fact that the examination was performed too soon, i.e. before the establishment of reactive alterations around the bone. NMR (28-30) would most likely have provided an image of the lesion (altered cortex signal). Our experience with this technique, however, is confined to a single case of tibia fracture (no. 4, Table 7). Five conclusions can be drawn from this series of stress fractures in subjects engaged in track and field athletics: - there is a high incidence of such fractures in these disciplines owing to functional overuse brought about by

Tab. 9 - Potenzialità diagnostiche degli esami utilizzati.

Table 9 - Diagnostic potential of examinations employed.

RX X-ray	Positività Positivity	Tempo medio sint.-diag. Mean sym.-diag. interval	Sensibilità Sensitivity
46 casi 46 cases	22 casi (47.8%) 22 cases (47.8%)	5.2 mesi 5.2 months	Mai scafoide Nil for nav. fractu.
SCINT. SCINT.			
30 casi 30 cases	30 casi (100%) 30 cases (100%)	4 mesi 4 months	Tutte le sedi All sites
TAC CT			
21 casi 21 cases	20 casi (95%) 20 cases (95%)	4.5 mesi 4.5 months	Tutte le sedi (eccetto perone in un caso) All cases (except one fibula)
RMN NMR			
1 caso 1 case	1 caso (100%) 1 case (100%)		

questo metodo di indagine (1 solo caso di frattura della tibia), per quanto descritto in letteratura (28-30). Dall'analisi della nostra casistica relativa alle fratture da durata, riferite a una popolazione di atleti praticanti atletica leggera, possiamo trarre le seguenti conclusioni:

- nell'atletica leggera, in generale, l'incidenza delle fratture da durata è elevata, in quanto correlata al sovraccarico funzionale determinato dalla reiterazione di gesti atletici eseguiti ai limiti delle possibilità fisiologiche-organiche dell'apparato locomotore;
- esiste una netta correlazione tra gesto atletico e sede di frattura da durata;
- le fratture da durata possono restare a lungo non diagnosticate: ai fini diagnostici è fondamentale il sospetto clinico basato su di una corretta interpretazione dei sintomi non sempre specifici;
- per una corretta diagnosi, è indispensabile ricorrere ad indagini strumentali supplementari accanto all'esame radiografico standard;
- il tempo di guarigione è direttamente correlato al tempo intercorso tra la comparsa dei sintomi e la diagnosi. Il trattamento immediato di una lesione iniziale impedisce verosimilmente il crearsi di una vera rima di frattura e/o l'estendersi della reazione ossea circostante, (fonti di sintomatologia dolorosa). La diagnosi precoce fa inoltre evitare i reiterati tentativi di ripresa dell'attività che, non basati su adeguati criteri di guarigione, prolungano notevolmente i tempi di riparazione della frattura.

repeated execution of movements and actions at the maximum levels allowed by the physiological and organic capabilities of the locomotor apparatus;

- there is a distinct relation between the type of movement or action and the fracture site;
- fractures may escape diagnosis for a long time: clinical suspicion must rest on correct interpretation of symptoms that are not always specific;
- correct diagnosis necessitates a resort to other instrumental examinations in addition to standard radiography;
- healing times are directly related to the interval between the onset of symptoms and diagnosis. Immediate treatment of an initial lesion probably prevents the creation of a fracture crack and/or extension of the surrounding bone reaction (sources of bone pain). Early diagnosis also serves to bar repeated attempts to return to sport motivated by the observance of insufficient healing criteria, and hence the cause of considerably protracted fracture repair times.

Bibliografia/References

1. Boni M., Ceciliani L., Benazzo F., Jelmoni G.P.
Medicina dello Sport, Vol. XIV dell'Encyclopedia Medica Italiana, USES Edizioni Scientifiche, Firenze, 1987, p. 948.
2. Canata G., Castellano G., Podio V., Antonacci P.
Three-phase bone scintigraphy in stress sport injuries. In: Hermans G.P.H. (Ed.), Sports, medicine and health. Elsevier Science Publishers B.V. (Biomedical Division), 1990, p. 205.
3. Matin P.
Basic principles of nuclear medicine techniques for detection and evaluation of trauma and sports medicine injuries.
Semin. Nucl. Med., 18, 90, 1988
4. Orava S., Jormakka E., Hulkko A.
Stress fractures in young athletes.
Arch. Orthop. Traum. Surg., 98, 271, 1981.
5. Thorne D.A., Datz F.L.
Pelvic stress fracture in female runners.
Clin. Nucl. Med., 11, 828, 1986.
6. Hulkko A., Orava S., Nikula P.
Stress fractures of the olecranon in javelin throwers
Int. J. Sports Med., 7, 210, 1986.
7. Orava S., Hulkko A.
Stress fractures in athletes.
Int. J. Sports Med., 8, 221, 1987.
8. Matheson G.O., Clement D.B., McKenzie D.C., Taunton J.E., Lloyd-Smith D.R., MacIntyre J.G.
Stress fractures in athletes - A study of 320 cases
Am. J. Sports Med., 15, 46, 1987.
9. Courtenay B.G., Bowers D.M.
Stress fractures: clinical features and investigation.
Med. J. Aust., 53, 155, 1990
10. Pecina M., Bojanic I., Dubravac S.
Stress fractures in figure skaters.
Am. J. Sports Med., 18, 277, 1990
11. Gill R.M., Hopkins G.O.
Stress fractures in parachute regiment recruits
J. R. Army Med. Corps, 134, 91, 1988.
12. Milgrom C., Giladi M., Simkin A., Rand N., Kedem R., Kashtan H., Stein M.
An analysis of the biomechanical mechanism of tibial stress fractures among Israeli infantry recruits A prospective study.
Clin. Orthop., 231, 216, 1988.
13. Milgrom C.

- The Israeli elite infantry recruit: a model for understanding the biomechanics of stress fractures.
J. R. Coll. Surg. Edinb., 34 (6 Suppl.), S18, 1989.
14. Sjolin S.U , Eriksen C
Stress fractures of the femoral neck in military recruits.
Injury, 20, 304, 1989.
15. Taimela S., Kujala UM., Osterman K.
Stress injury proneness: a prospective study during a physical training program.
Int J. Sports Med., 11 (2), 162, 1990.
16. Li G.P., Zhang S.D., Chen G., Wang A.M.
Radiographic and histologic analyses of stress fracture in rabbit tibias.
Am. J. Sports Med., 13, 285, 1985.
17. Autori diversi
Introduction to biomechanics, Cap. 17, In "Athletic Training and Sports Medicine", AAOS, 178, 1984.
18. Giladi M., Milgrom C., Simkin A , Danon Y.
Stress fractures - Identifiable risk factors.
Am. J. Sports Med., 19, 647, 1991.
19. Orava S., Puranen J., Ala-kelola L.
Stress fractures caused by physical exercise.
Acta Orthop. Scand., 49, 19, 1978.
20. Torg J.S., Pavlov H., Cooley L.H., Bryant M.H., Arnoczky S.P., Bergfeld J., Hunter I.Y.
Stress fracture of the tarsal navicular. A retrospective review of twenty-one cases.
J. Bone Joint Surg., 64-A, 700, 1982.
21. Kapandji I.A.
The physiology of the joints Vol. II Lower limb, ed. 2.
Churchill Livingstone, Edinburgh-London-New York, 1970
22. Van Langelaan E.J.
A kinematic analysis of the tarsal joints. An X-ray photogrammetric study.
Acta Orthop. Scand., (Suppl.) 204, 1983.
23. Orava S , Peltokallio P.
The foot pain often misdiagnosed - Stress fracture of the tarsal navicular.
Sports Medicine in Track and Field Athletics
In: Ljunquist A., Peltokallio P., Tikkanen H. (Ed.),
IAAF, FAAA, 1985, p.65.
24. Fitch K.D., Blackwell J.B., Gilmour W.N
Operation for non-union of stress fracture of the tarsal navicular.
J. Bone Joint Surg., 71-B, 105, 1989
25. Rettig A.C., Shelbourne K.D., McCarroll J.R., Bisesi M , Watts J.
The natural history and treatment of delayed union stress fractures of the anterior cortex of the tibia.
Am. J. Sports Med., 16 (3), 250, 1988.
26. Zwas S.T , Elkanovitch R., Frank G.
Interpretation and classification of bone scintigraphic findings in stress fractures.
Nucl. Med., 28, 452, 1987.
27. Horev G., Korenreich L., Ziv N., Grunebaum M
The enigma of stress fracture in the pediatric age: clarification of confusion through the new imaging modalities.
Pediatr. Radiol., 20, 469, 1990.
28. Lee J.K., Yao L.
Stress fracture: MR imaging.
Radiology, 169, 217, 1988.
29. Santi M., Sartoris D.J., Resnick D.
Magnetic resonance imaging in the diagnosis of metatarsal stress fracture
J. Foot Surg., 27 (2), 172, 1988.
30. Yousry T., Fink U., Breitner S., Stelzer A , Tiling R., Stabler A.
Kernspintomographische Untersuchungen von Stressfrakturen. Digitale Bilddiagn., 9, 69, 1989

"English translation by John Iliffe, Torino"