

# LE LESIONI TENDINEE DELLA CAVIGLIA IN ATLETICA LEGGERA: RUOLO DELLA RISONANZA MAGNETICA

Eugenio Genovese, Andrea Villa, Nicola Flor,  
Gian Paolo Carrafiello, Rodolfo Campani  
Istituto di Radiologia dell'Università di Pavia. I.R.C.C.S.  
Policlinico S. Matteo

## INTRODUZIONE

I soggetti praticanti sport, per le continue sollecitazioni nei più comuni gesti atletici, manifestano con una certa frequenza lesioni miotendinee. La diagnostica per immagini deve necessariamente affiancarsi all'esame clinico per una diagnosi la più tempestiva e precisa possibile.

Le lesioni miotendinee da sovraccarico ed in particolare ad eziologia traumatica sono, di per sé, di facile diagnosi clinica; oltre alla diagnosi, per la maggior parte delle volte già sospettata, la diagnostica per immagini ha lo scopo di dimostrare con precisione la *sede* e la *estensione* delle lesioni, il *tipo* di lesione e di *quantificare* l'entità della lesione stessa.

Il radiologo, quindi, deve fornire il maggior numero di informazioni possibili sulla lesione per consentire la scelta della terapia (conservativa o chirurgica) e mettere l'ortopedico nelle condizioni migliori per poter avanzare una prognosi.

Nelle studio delle strutture muscolari e tendinee la metodica di prima istanza è l'ecografia che permette di valutare a basso costo eventuali lesioni di questo distretto.

La nostra esperienza e la letteratura ci suggeriscono che la risonanza magnetica rappresenta significativi vantaggi rispetto alla tomografia computerizzata ed all'ecografia (11); infatti rispetto all'ecografia ci permette di visualizzare oltre ai tessuti molli anche le componenti scheletriche ed articolari sottostanti con ottimale

riconoscimento delle varie strutture derivante dall'elevato contrasto intrinseco della metodica (1,15); rispetto alla tomografia computerizzata, oltre all'assenza di radiazioni ionizzanti, la risonanza magnetica permette di acquisire tomogrammi multiplanari (1,9,15).

Scopo del lavoro è di individuare le indicazioni all'utilizzo della risonanza magnetica, alternativamente all'ecografia o comparativamente all'ecografia, in presenza di sospette lesioni delle strutture tendinee della caviglia.

## MATERIALE E METODI

Dal giugno 1992 al marzo 1994 sono pervenuti alla nostra osservazione, presso il reparto di Risonanza Magnetica dell'Istituto di Radiologia dell'Università di Pavia, 106 pazienti praticanti atletica leggera a vari livelli; in tutti i pazienti il quadro clinico poneva il sospetto di lesione tendinea.

In 106 pazienti sono stati condotti 111 esami di tomografia a risonanza magnetica, tutti gli esami sono stati eseguiti con apparecchiatura *magnetom-sp siemens* che utilizza un magnete superconduttore, operante a 1,5 Tesla.

Ogni indagine è stata eseguita comparativamente posizionando entrambi gli arti all'interno della bobina di radiofrequenza; è stata utilizzata una bobina di tipo Head-coil, comunemente utilizzata per lo studio dell'encefalo; tale bobina possiede la caratteristica di essere sia trasmittente che ricevente con conseguente elevato segnale di ricezione e ottimale rapporto contrasto e rumore.

Bisogna ricordare, infatti, che per ottenere un'elevata risoluzione spaziale, indispensabile per lo studio di strutture di pochi millimetri come i tendini, bisogna utilizzare un campo di vista il più ridotto possibile ed una matrice la più elevata possibile; infatti la risoluzione spaziale è inversamente proporzionale al campo di vista e direttamente proporzionale alla matrice; da ciò ne consegue la necessità di utilizzare bobine di superficie e nel nostro caso la bobina Head-coil che ci permette di ridurre il più possibile il campo di vista.

Ogni esame prevedeva l'esecuzione di almeno tre sequenze: Spin-eco a diverse pesature (T1, T2 e Densità Protonica), e sequenza ad eco di gradiente (GE); il tempo totale dell'indagine variava dai 30 ai 40 minuti.

- Le sequenze T1 pesate sono state ottenute con TR che variavano dai 450 ai 600 ms, TE di 15-20 ms; il numero massimo di slices era di 21 e lo spessore minimo di ogni singolo strato era di 2 mm; la matrice di 256x256.

- Le sequenze T2 e DP pesate sono state ottenute con TR che variava dai 2200 ai 2600 ms, il TE era di 20 ms per la Densità Protonica e variava da 80 a 90 ms per le pesature in T2; il numero massimo di slices ottenibile era di 25 per uno spessore minimo di ogni strato di 3 mm; la matrice era di 192x256.
- Le sequenze in Gradient-eco sono state ottenute con TR di 350 ms, TE di 10 ms, Flip Angle di 40°; il numero massimo di slices era di 17 per un minimo spessore di ogni singolo strato di 2 mm; la matrice: 256x256.

Per ogni sequenza i tomogrammi sono stati variamente orientati almeno su due piani ortogonali, parallelamente e perpendicolarmente al decorso del tendine esaminato.

In 9 pazienti si è fatto ricorso a sequenze Inversion Recovery (IR), queste sequenze consentono di sopprimere completamente il segnale del grasso con maggiore sensibilità nel riconoscimento di lesioni muscolo-tendinee nei confronti delle sequenze Spin-Echo T2 pesate (5). Le sequenze IR sono state ottenute con TR di 1900 ms, TE di 20 ms, di 150 ms; il numero massimo di slices era di 10, la matrice di 256 x 256.

Il limitato ricorso alle sequenze IR è giustificato dai lunghi tempi di acquisizione e dal numero limitato di slices (5).

## RISULTATI

In 106 pazienti esaminati, 17 non mostravano lesioni tendinee, i tendini esaminati presentano omogenea assenza di segnale e spessore conservato.

Nei restanti 89 pazienti sono state evidenziate 109 alterazioni tendinee, isolate o associate e variamente distribuite:

- Tendine d'achille: 72*
- Peritendiniti acute :12
  - Peritendiniti croniche: 2
  - Tendinosi: 39
  - Tendinopatie inserzionali: 7
  - Rotture parziali: 6
  - Rotture complete: 2
  - Esiti di tenoraffia: 4

*Tendine tibiale posteriore: 15*

- Tenosinoviti: 7
- Tendinosi: 3
- Fibrosi della guaina sinoviale: 1
- Rotture complete: 2
- Rottura parziale: 1
- Stenosi fibrosa post-chirurgica: 1

*Tendine tibiale anteriore: 6*

- Tenosinoviti: 4
- Rotture parziali: 2

*Tendini peronei: 8*

- Tenosinoviti: 4
- Tendinosi: 1
- Rotture parziali: 2
- Dislocazione: 1

*Tendine flessore lungo delle dita: 2*

- Tenosinoviti: 2

*Tendine flessore lungo dell'alluce: 4*

- Tenosinoviti: 4

*Tendine estensore lungo dell'alluce: 2*

- Lesione cistica sinoviale: 1
- Tenosinovite cronica stenosante: 1

## QUADRI RM NORMALI E PATOLOGICI

Il tendine è un tessuto anaelastico che ha la primaria funzione di trasmettere passivamente il movimento dal muscolo all'osso. È composto primariamente da collagene, elastina e fibre reticolari, componenti che offrono al tendine resistenza e flessibilità.

Le fibre collagene, prevalenti nella composizione del tendine, sono orientate in un modello parallelo ondulato; sotto tensione, si dispongono lungo la direzione del carico. Questa disposizione spiega la capacità del tendine di resistere a tensioni di carico due volte maggiori di quello del muscolo ad esso connesso (12).

Diversamente dalle strutture parenchimali, il tendine ha una scarsa componente acquosa, questo spiega perché il tendine è rappresentato nelle immagini a risonanza magnetica come una struttura caratterizzata da completa assenza di segnale in tutte le sequenze (1,10). Qualsiasi processo patologico sia intratendineo sia della guaina o del peritenonio, è rappresentato in risonanza magnetica con un incremento dell'intensità di segnale, in tutte le sequenze (9).

Le sequenze Spin-eco pesate in Densità Protonica, per le intrinseche caratteristiche, manifestano un elevato contrasto nelle immagini ottenute, differenziando la membrana sinoviale dal tendine in esso contenuto. Le sequenze acquisite in Spin-eco T2 pesate e ad eco di gradiente, possiedono la caratteristica di esaltare il contenuto acquoso dei tessuti, ne consegue un elevato contrasto tra l'ipointensità del tendine e un'eventuale presenza di elevato contenuto acquoso all'interno del tendine stesso o nei tessuti peritendinei, elemento que-

sto che caratterizza la stragrande maggioranza di processi patologici.

Ad eccezione dell'achilleo che possiede un decorso esclusivamente verticale, i restanti tendini della caviglia sono disposti verticalmente fino all'articolazione talo-cruale, a questo livello modificano il decorso in senso orizzontale e sono tenuti in sede da cinque sottili membrane definite sotto il nome di retinacolo. Il retinacolo ben si riconosce in RM ed è rappresentato da una sottile stria di assenza di segnale che contrasta, nelle pesature in T1, con la franca iperintensità del grasso (3,20). Il cambio di direzione di un tendine riveste grande importanza in risonanza magnetica, infatti un tendine orientato a  $55^\circ \pm 5^\circ$  rispetto all'asse del campo magnetico determina la rappresentazione di un artefatto denominato fenomeno del "magic angle". L'artefatto consiste nell'incremento della intensità di segnale del tendine che può simulare una degenerazione tendinea (4,10). Il fenomeno del "magic angle" è più facilmente apprezzabile nei tendini peronei, in relazione alla disposizione anatomica; a tale proposito è più corretto indagare i tendini peronei con il piede in flessione plantare (4).

Due tipi di rivestimento tendineo possono essere identificati; dove i tendini sono soggetti ad un elevato attrito di forza, dove sono sottoposti a cambi di direzione, sono rivestiti da una sottile guaina sinoviale. La necessità di una guaina tendinea è evidente là dove il tendine scorre a ridosso di un'altra struttura. Il fluido generato dalla sinovia facilita lo scorrimento attraverso regioni ad alto attrito; nelle regioni, invece, dove gli attriti sono minimi, solo una sottile membrana fibrosa riveste il tendine (peritenonio). L'agevole riconoscimento del fluido in RM facilita la diagnosi nelle tenosinoviti (1,10). Le guaine tendinee quindi sono la sede di elezione dei processi infiammatori: la tenosinovite è una infiammazione del tessuto di rivestimento. Negli atleti il fattore favorente una tenosinovite è nella stragrande maggioranza dei casi il sovraccarico funzionale; non sono da sottovalutare eventuali varianti anatomiche (113).

La tendinosi, invece, è una degenerazione propria della struttura tendinea che può associarsi o meno all'infiammazione della sinovia e/o del peritenonio; i due quadri possono essere associati. Nelle tendinosi l'intensità del segnale dei foci ci permette di differenziare i fenomeni degenerativi (degenerazione adiposa, degenerazione mucoide ecc.).

Le rotture tendinee, siano esse parziali o complete, che si riscontrano negli atleti, derivano dagli improvvisi cambi di direzione, accelerazione o decelerazione. I fattori di rischio che predispongono ad una lesione tendinea traumatica sono: inadeguato riscaldamento, iniezione di cortico-steroidi, contrazioni muscolari eccen-

triche, precedenti lesioni tendinee, non usuali alti livelli di attività. Le forze dinamiche che si sviluppano in un tendine sono influenzate dal volume del muscolo che si contrae come pure dalla velocità di contrazione del muscolo stesso. Un corretto approccio chirurgico giustifica il ricorso alla RM nelle rotture tendinee (6); la panoramicità della metodica definisce la sede e l'estensione della lesione oltre ad evidenziare microfratture altrimenti non riconoscibili (18).

Come già segnalato il tendine normale possiede una omogenea assenza di segnale, nonostante la possibilità di ottenere scansioni a strato sottile (2-3 mm), le scansioni acquisite parallelamente al decorso tendineo, possono essere causa di errori interpretativi circa i contorni tendinei a causa di artefatti da volume parziale; per tale motivo è indispensabile nella valutazione di un tendine, acquisire almeno due piani ortogonali (8), in particolare le scansioni perpendicolari al tendine rendono la migliore definizione dei contorni e quindi delle guaine tendinee.

## DISCUSSIONE

Una trattazione a parte merita il **tendine achilleo**, più frequentemente sede di lesione, in particolare negli atleti per sovraccarico funzionale. L'elevata incidenza delle tendinopatie è legata al fatto che al tendine achilleo sono connessi gruppi muscolari potenti, infatti il tendine è formato dal confluire di strutture tendinee individuali del gastrocnemio e del soleo.

Il tendine achilleo è bene esaminato in risonanza magnetica mediante acquisizioni sul piano sagittale ed assiale. Le scansioni sagittali, seppur a strato sottile, determinano artefatti di volume parziale a livello dei bordi laterali convessi del tendine. Sul piano assiale il tendine normale si manifesta allungato in senso latero laterale con concavità disposta anteriormente. Appena a valle dell'inserzione calcaneare il tendine assume un aspetto ovoidale ed anteriormente assume configurazione appiattita (11). Sul piano sagittale il contorno tendineo anteriore si differenzia in modo ottimale dall'adiacente corpo adiposo di Kager, nettamente iperintenso nelle sequenze T1 dipendenti.

Per comodità si possono considerare i vari tipi di tendinopatia dell'achilleo, classificate da un punto di vista clinico e topografico (2).

- *Peritendinite acuta (crepitante) e cronica.*
- *Peritendinite con tendinosi del decorso.*
- *Tendinosi del decorso (cronica).*
- *Tendinopatia inserzionale.*
- *Rotture tendinee parziali o complete.*

Nello sviluppo delle tendinopatie l'ischemia può giocare un ruolo importante, infatti l'aumento dell'attività del soleo comporta una ipertrofia muscolare che aumenta la pressione all'interno della fascia con riduzione del normale afflusso ematico, il risultato è una ischemia secondaria del tendine stesso.

Poiché il tendine achilleo non possiede una guaina sinoviale, i processi infiammatori si localizzano come sede quasi esclusiva a livello del peritenonio (2,14). Il quadro RM è caratterizzato dalla presenza di una banda di ipersegnale disposta lungo il peritenonio nelle sequenze ad eco di gradiente (fig. 1) e T2 dipendenti. La banda di

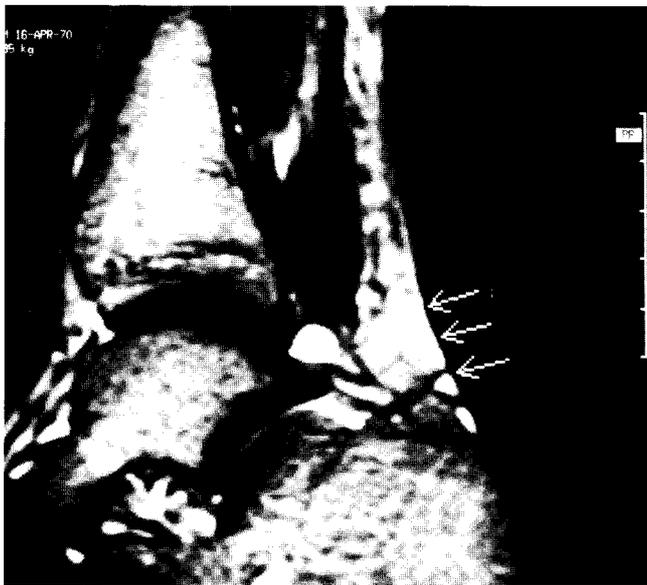


Fig. 1 - Peritendinite del tendine achilleo. Sottile banda di ipersegnale in scansione sagittale T2 pesata (freccie) che ben si differenzia dal "nero" omogeneo del tendine.

ipersegnale ben si differenzia dal contorno tendineo che mantiene la caratteristica assenza di segnale (fig. 2); al contrario, nelle sequenze T1 pesate l'ispessimento e l'edema del peritenonio bene si contrasta con l'ipersegnale del grasso adiacente (14). Al fine di esaltare il segnale del liquido e quindi per definire la precisa estensione dell'edema, è giustificabile il ricorso alle sequenze IR con soppressione del grasso (5) (fig. 3).

Nelle tendinopatie degenerative (tendinosi) avvengono delle alterazioni sia sul piano morfologico che sul piano strutturale. Generalmente il tendine achilleo degenerato presenta un aumento di spessore più o meno consistente che può essere diffuso o parziale, più frequentemente si osserva il pattern ad ispessimento parziale del terzo medio tendineo (fig. 4). Le alterazioni degenerative che avvengono all'interno del tendine sono rappresentate nelle immagini a risonanza magnetica con aspetti di banda di ipersegnale più o meno spessa



Fig. 2 - Peritendinite dell'achilleo. I tomogrammi acquisiti in Gradient-Echo sul piano assiale evidenziano sottile e sfumata banda di ipersegnale lungo il peritenonio che circonda tutto il tendine (punte di freccia).

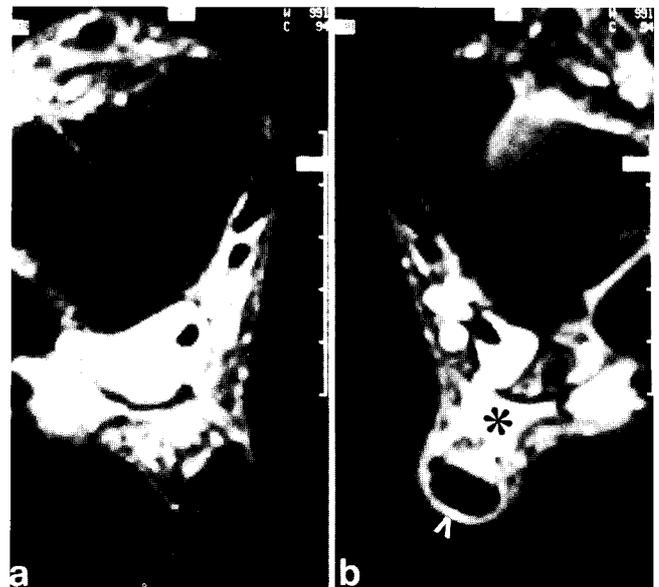


Fig. 3A,B - La soppressione del segnale del grasso nelle sequenze IR aumenta il contrasto dell'ipersegnale, segnale dell'edema peritendineo (3B, punta di freccia bianca). È esaltata l'imbibizione del triangolo di Kager (3B, asterisco) coinvolto nel processo flogistico peritendineo. Il tendine achilleo controlaterale è normale (3A).

disposta in senso longitudinale al decorso tendineo (fig. 5), possono essere evidenziate anche foci di degenerazione mucoide del tendine; questi ultimi appaiono meglio rappresentati nelle sequenze Spin-eco T1 pesate in quanto il segnale è più simile a quello del grasso caratterizzato in queste sequenze da netta iperintensità (12,14) (fig. 6).

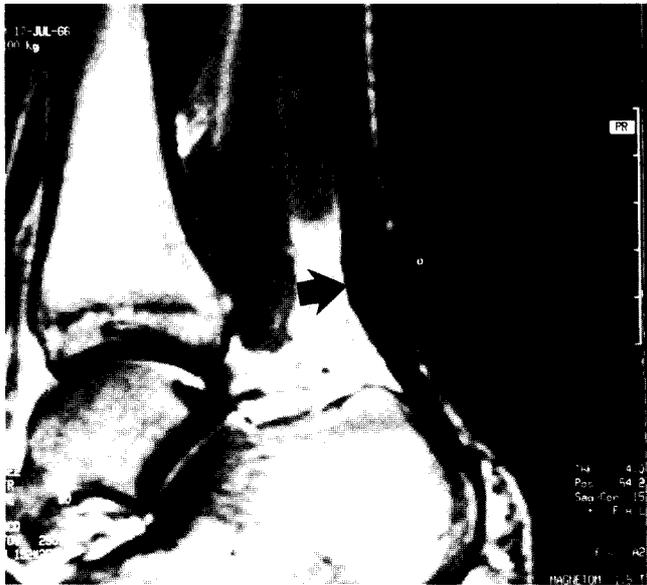


Fig. 4 - Tendinosi dell'achilleo. Ispessimento del terzo medio del tendine (freccia); non sono evidenti immagini di iperintensità nel contesto del tendine. I contorni tendinei sono netti.

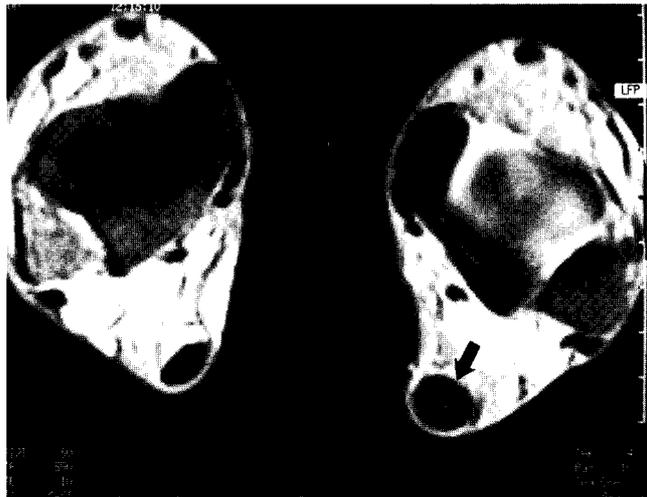


Fig. 5 - Tendinosi dell'achilleo. Ispessimento del tendine di achille di sinistra (freccia) che si accompagna a sottili immagini di iperintensità all'interno del tendine.

Sono però di frequente riscontro le tendinosi che non possiedono alterazioni dell'intensità di segnale all'interno delle fibre tendinee (fig 4), la diagnosi, in questi casi, si basa sullo spessore tendineo, ricordando che il diametro sagittale del tendine normale non deve superare gli 8 mm (12).

Anche le piccole rotture parcellari intratendinee si manifestano con immagini di ipersegnale all'interno della struttura tendinea, per tale motivo può essere difficile una corretta diagnosi differenziale tra una rottura parcellare ed una alterazione degenerativa tendinea

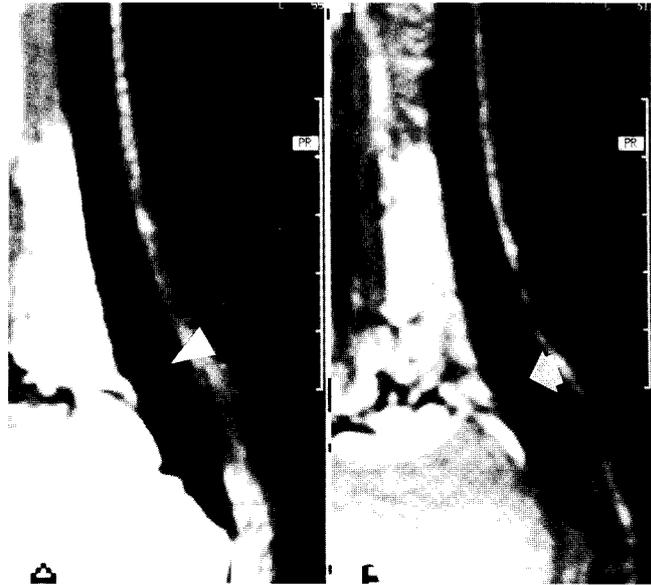


Fig. 6A,B - Tendinosi dell'achilleo. Ispessimento diffuso del tendine sede di bande di ipersegnale a decorso longitudinale la cui intensità di segnale in T1 è sovrapponibile a quella del grasso (6A, punta di freccia). Nella immagine pesate in T2, allo stesso livello, le bande longitudinali non subiscono ulteriore incremento di segnale (6B, freccia).

(1,11,14), però a quest'ultima si accompagna pressoché costantemente l'ispessimento tendineo. Nella diagnosi differenziale rimane comunque indispensabile l'anamnesi.

Sono di frequente riscontro le calcificazioni intratendinee e nelle tendinopatie degenerative, nel caso di microcalcificazioni la risonanza magnetica può essere causa di falsi negativi, infatti la calcificazione si manifesta, come la struttura fibrillare tendinea, con assenza di segnale (1).

Un'altra condizione caratteristica del tendine achilleo che merita di essere segnalata è la tendinopatia inserzionale (2); essa si rappresenta in risonanza magnetica con un ispessimento del tendine alla sua inserzione distale, spesso si associa alla presenza di microcalcificazioni e costantemente alla presenza di un'area di ipersegnale in sede inserzionale (figg. 7 e 8). Queste tendinopatie non sono sempre facilmente differenziabili dalla tendinosi classicamente conosciuta, un elemento differenziale può essere la presenza quasi costante di ingrandimento delle borse mucose dell'achilleo (borsite), localizzate in sede sovracalcaneare e retrocalcaneare (2). Nella borsite il quadro è rappresentato da aumento delle dimensioni della borsa, ipertrofica, con i segni dell'infiammazione caratterizzate dalla iperintensità di segnale nelle sequenze a lungo TR e nelle sequenze ad eco di gradiente (fig. 9).

Le peritendiniti croniche difficilmente si presentano al-

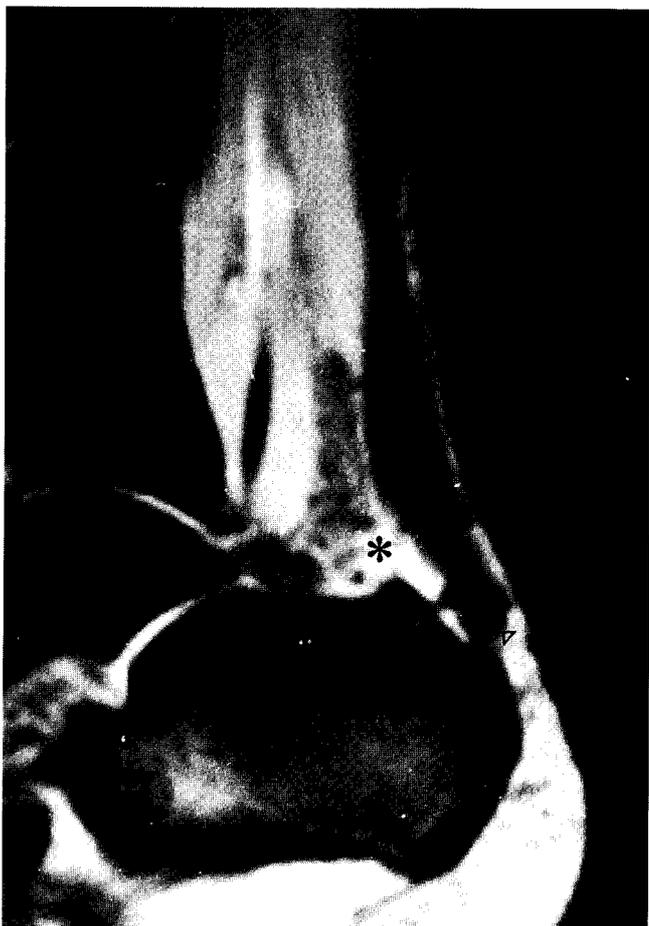


Fig. 7 - Tendinopatia inserzionale. Scansione sagittale acquisita in eco di gradiente. Piccole calcificazioni intratendinee e lungo il contorno tendineo, (punte di freccia). Si associa ingrandimento della borsa mucosa sovra-calcaneare, iperintensa, che indica la presenza di una borsite (asterisco).

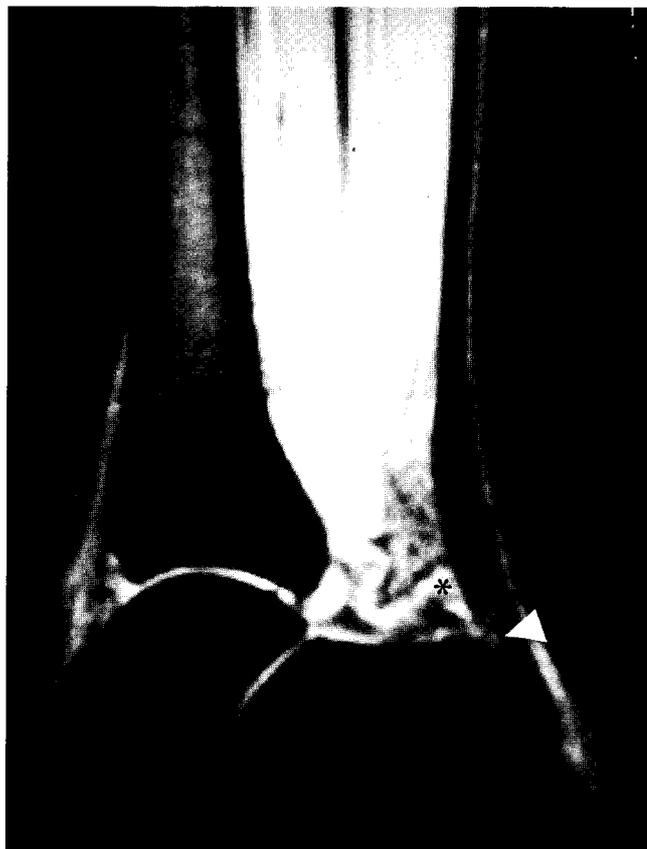


Fig. 9 - Borsite sovralcalcaneare e tendinopatia inserzionale. La borsa sovralcalcaneare è ipertrofica, iperintensa in G.E. (asterisco). Area di degenerazione espressa sotto forma di spessa banda di ipersegnale nella porzione intratendinea, inserzionale, dell'achilleo (punta di freccia bianca).

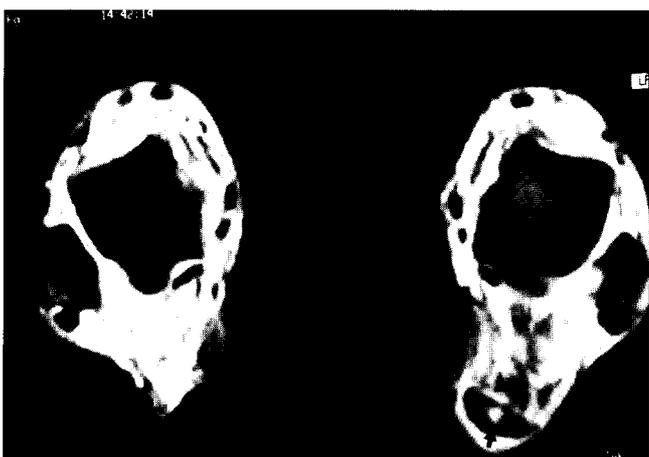


Fig. 8 - Tendinopatia inserzionale. Grossolana area di iperintensità intratendinea, in prossimità dell'inserzione calcaneare (freccia). Il tendine è modestamente ispessito.

la nostra osservazione isolate, sono generalmente associate a fenomeni degenerativi più o meno importanti; possono essere l'evoluzione di uno o più episodi di peritendiniti pure o possono presentarsi ab-initio. La peritendinite cronica dell'achilleo si manifesta con notevole ispessimento dei tessuti peritendinei senza però la presenza di sfumature dei contorni; spesso si associa un modesto ingrandimento della borsa mucosa (12).

La conseguenza di peritendiniti acute e/o croniche ricidivanti, può essere la fibrosi peritendinea (1). Il quadro è dominato da una banda a contorni netti disposti intorno al tendine, l'intensità del segnale non lascia spazio a dubbi interpretativi, infatti è facilmente differenziabile dall'edema peritendineo e si manifesta con segnali di debole intensità in tutte le sequenze (18) (fig. 10).

Le degenerazioni tendinee sono fattori predisponenti la rottura tendinea, nonostante una rottura completa sia di agevole diagnosi clinica, in qualche caso può essere non agevole la differenziazione tra una lesione comple-

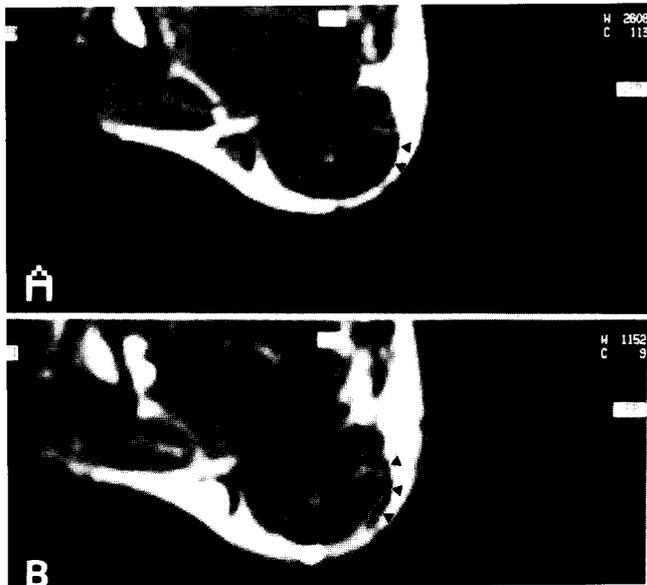


Fig. 10A,B - Fibrosi peritendinea. Grossolana stria di iposegnale in T1, a contorni molto netti; la banda di iposegnale delimita il contorno postero-mediale del tendine achilleo (10A, punte di freccia). La stessa lesione non modifica l'intensità di segnale in T2, permane nettamente ipointensa, indice della presenza di tessuto non idratato, fibroso (10B, punte di freccia).

ta da una lesione parziale o da una lesione della giunzione miotendinea, infatti l'edema abbondante e l'emorragia che si accompagna alla rottura può rendere difficile l'esame clinico e la flessione frontale della caviglia interessata può essere impedita dall'azione del tendine tibiale posteriore, dei peroneali e del tendine flessore lungo dell'alluce (12).

Approssimativamente a 6 cm dall'inserzione calcaneare del tendine, le fibre dell'achilleo si dispongono in senso elicoidale. Sfortunatamente questa stessa porzione di tendine possiede scarsa vascolarizzazione, infatti l'apporto ematico a questa regione di elevato spessore, è dato da piccoli vasi, corti e disposti trasversalmente; ne consegue che questa regione sia la più soggetta a rotture tendinee (11,18).

Nella rottura sottocutanea achillea completa i monconi, prossimali e distali, appaiono retratti e vi è tra i monconi stessi una sostituzione dell'iposegnale del tendine da parte di netto ipersegnale in T2 o debole iposegnale in T1 rappresentato dalla presenza di edema ed emorragia (1,6) (fig. 11).

Nelle rotture parziali, invece, si assiste alla presenza di un'area più o meno estesa che può interessare o meno la limitante tendinea (fig. 12), rappresentata da netto ipersegnale nelle sequenze T2 pesate e nelle sequenze ad eco di gradienti. L'area che definisce la rottura mostra in genere contorni sfumati (11,14). La corretta dia-



Fig. 11 - Rottura sottocutanea completa. Abbondante quantità di versamento ematico rappresentato in G.E. da iperintensità di segnale (asterisco). Il moncone prossimale è retratto, notevolmente ispessito (punta di freccia bianca).

gnosi differenziale tra rottura completa e parziale è possibile ricorrendo ad immagini sul piano assiale, in caso di rottura parziale e ben si dimostra la struttura tendinea residua (18) (figg. 13 e 14).

Nel follow up delle rotture tendinee, siano esse trattate con terapia conservativa o con terapia chirurgica, la risonanza magnetica dimostra nei primi 3-5 mesi uno sfumato e diffuso segnale di fluido all'interno del tendine, in particolare nelle sequenze T2 pesate o GE simil T2 pesate, il segnale appare iperintenso. Dal secondo mese fino ad un anno dall'intervento o dalla rottura, l'iperintensità di segnale segnalata decresce fino a dimostrare, a circa un anno dalla lesione, un uniforme iposegnale, indicativo della riorganizzazione del collagene. Il tendine rimane comunque molto ispessito. Ne consegue che un follow-up con risonanza magnetica, dopo tenorrafia, dimostra, nei primi due mesi, un quadro di marcata inomogeneità di segnale; infatti il diffuso e

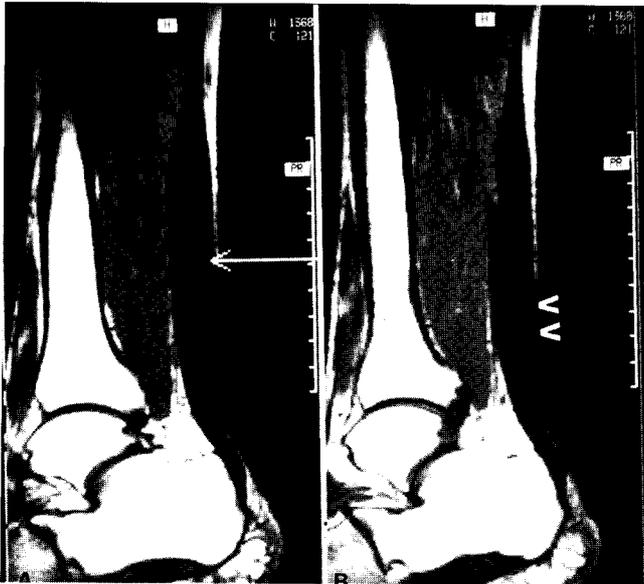


Fig. 12A,B - Rottura parziale del tendine achilleo. Tendine achilleo degenerato, ispessito, con sottile rima di frattura iperintensa a decorso obliquo che raggiunge la limitante tendinea posteriore (12A, freccia). Sottile banda di versamento a segnale intermedio in T1 lungo la limitante tendinea posteriore dello stesso tendine (punte di freccia).



Fig. 13A,B - Rottura parziale del tendine achilleo. Immagine sagittale pesata in T1 dimostra la sede della lesione (13A, freccia). In una scansione assiale acquisita in G.E. è ben riconoscibile il tendine residuo (13B, punte di freccia); coesiste versamento, francamente iperintenso, in sede di lesione.

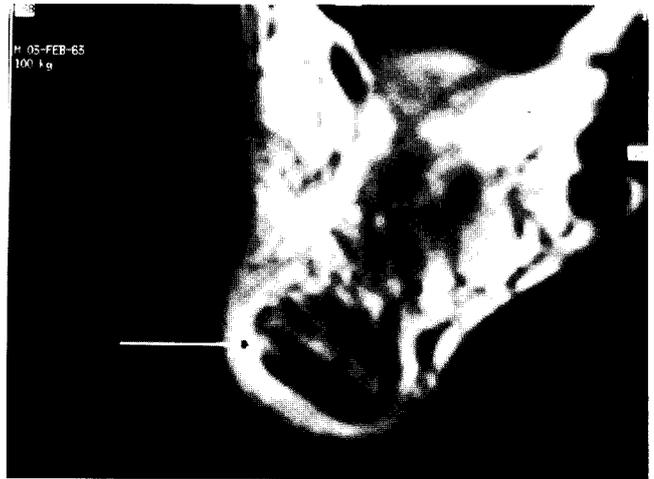


Fig. 14 - Sottile rima di frattura lungo il contorno mediale del tendine, all'inserzione calcaneare (freccia). Piccola quantità di versamento, iperintenso, perilesionale.

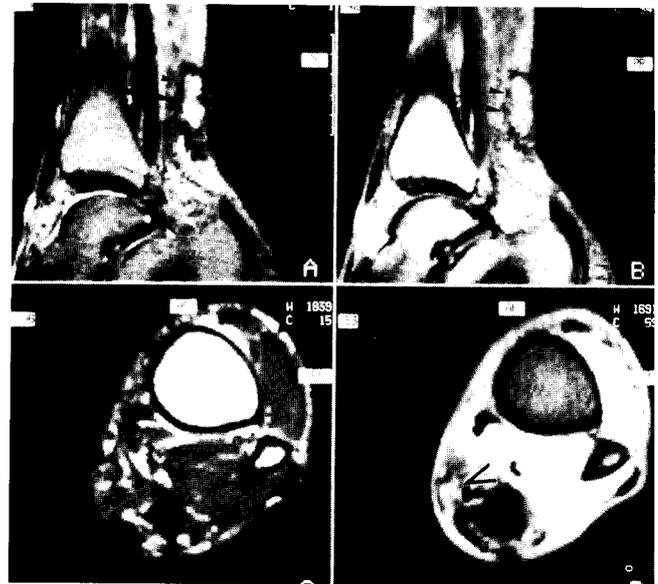


Fig. 15A,B,C,D - Raccolta flogistica peritendinea in esiti di tenorrafia (15A, T2 sagittale, punte di freccia nere; 15B, DP sagittale, punte di freccia nere; 15C, T1 assiale, asterisco; 15D, G.E. assiale, punta di freccia aperta).

sfumato edema oltre ad una apparente discontinuità del tendine, farebbe pensare ad un fallimento della terapia chirurgica. Da ciò ne consegue che la risonanza magnetica non è metodica di elezione nella dimostrazione dell'integrità del tendine nell'immediato postoperatorio (12). Al contrario le fibrosi post-chirurgiche, le raccolte infiammatorie e/o ematiche, complicanze dell'intervento di tenorrafia, sono ben dimostrate e correttamente loca-

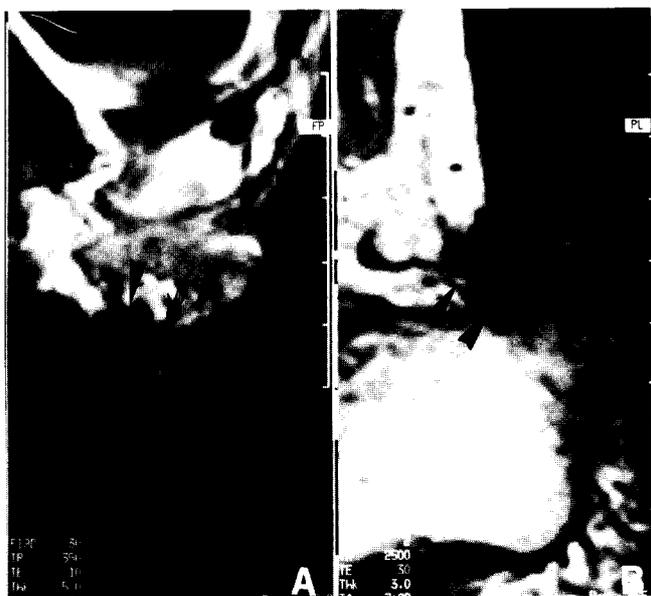


Fig. 16A,B - Fibrosi post-chirurgica. In sezione assiale è evidente una grossolana area di fibrosi con calcificazioni a ridosso del contorno laterale del tendine (16A, punta di freccia). Non è presente un piano di clivaggio tra la fibrosi post-chirurgica ed il tendine (16A, freccia piccola). La stessa lesione rappresentata sul piano sagittale (16B, punta di freccia).



Fig. 17 - Rottura completa del t. tibiale posteriore. Studio comparativo dei tendini tibiali posteriori sul piano coronale. Il tendine di sinistra mostra versamento abbondante nel punto di rottura (freccia). Il moncone distale è retratto ed ispessito (punta di freccia).

lizzate con RM. Si può quindi limitare l'indicazione alla RM in esiti di tenorrafia nei casi in cui si sospetti una complicanza (figg. 15 e 16).

Il **tendine tibiale posteriore** è uno dei maggiori stabilizzatori dell'equilibrio posteriore del piede ed è responsabile della inversione e della flessione plantare. Negli atleti la rottura del tendine tibiale posteriore è caratteristica degli sports caratterizzati da rapidi cambiamenti di direzione (calcio, tennis) o in ginnaste o danzatrici che puntano eccessivamente le dita dei piedi.

Classicamente il tendine si lesiona posteriormente al malleolo laterale, dove vi è un meccanismo di erosione ed una ridotta vascolarizzazione (18); anche il navicolare accessorio è causa di stress meccanico e predispone alla rottura tendinea (17). Rara è l'evenienza di avulsioni del tendine dalla sua inserzione.

Il piano di studio più adeguato per il tendine tibiale posteriore è quello assiale (8), in tal modo si valuta correttamente lo spessore, la morfologia e l'intensità di segnale del tendine. La flessione plantare del piede permette una agevole dissociazione del tendine tibiale posteriore dal malleolo mediale, evitando una parziale sovrapposizione del malleolo stesso al tendine, minimizzando gli artefatti da volume parziale (12).

Il tendine tibiale posteriore possiede, in genere, il doppio dello spessore dei tendini adiacenti (flessore lungo dell'alluce e flessore delle dita). Nel sospetto di rottura

completa del tendine può essere corretto il ricorso a scansioni coronali orientate longitudinalmente al tendine (8) (fig. 17).

Un quadro di tenosinovite del tendine tibiale posteriore è caratterizzato da una raccolta con l'intensità di segnale del liquido perifericamente al tendine lungo la guaina sinoviale del tendine stesso; va ricordato però, che una esigua quantità di liquido sinoviale nella guaina è fisiologica (17) (fig. 18).

Nelle rotture parziali del tendine tibiale posteriore possiamo avere la rappresentazione di una stria di ipersegnale lineare disposta longitudinalmente al tendine; questo tipo di rottura può essere sospettata per la presenza della stria lineare segnalata oltre che per l'aumento dello spessore tendineo (18) (fig. 19); tale tipo di rottura si estende in lunghezza e può comportare un pattern caratteristico, rappresentato dalla quasi completa divisione del tendine in due porzioni (16,17).

La rottura parziale può essere anche identificata, contrariamente all'aspetto prima segnalato, come una riduzione marcata dello spessore tendineo. La riduzione di spessore avviene caratteristicamente in senso latero-laterale; generalmente, il diametro antero-posteriore del tendine è conservato ed assume un aspetto ad ovoide; perifericamente a questo ovoide si rappresenta ipersegnale determinato da edema e da emorragia nelle sequenze T2 pesate (12).



Fig. 18 - Tenosinovite dei flessori. Raccolta fluida, iperintensa in T2, nella guaina sinoviale del tendine tibiale posteriore (freccia grande). Tenosinovite del t. flessore lungo delle dita (freccia piccola). Tenosinovite del t. flessore lungo dell'alluce (punta di freccia).



Fig. 19 - Rottura parziale del t. tibiale posteriore. Sottile stria di debole ipersegnale a disposizione coronale che decorre longitudinalmente (freccia).

La rottura completa del tendine è rappresentata, nelle scansioni acquisite sul piano assiale, da segnale caratteristico dell'edema e del sangue, a questo livello è assente l'iposegnale caratteristico del tendine; il tendine si riconosce, ha contorni irregolari, nelle scansioni a monte e nelle scansioni a valle del punto di rottura (16,18) (fig. 20). Anche nelle rotture incomplete le scansioni sul piano coronale o sagittale ci permettono di valutare contemporaneamente i monconi tendinei ed il punto di rottura.

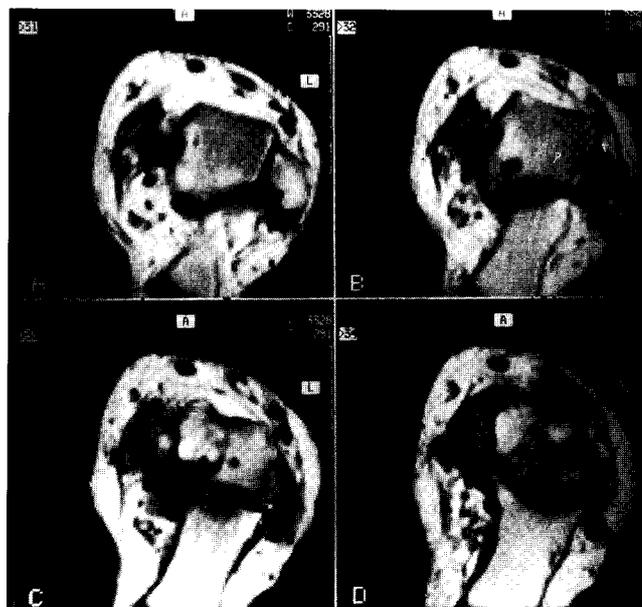


Fig. 20A,B,C,D - Rottura completa del t. tibiale posteriore. Scansioni sul piano assiale in senso cranio caudale. Nella figura 20A è apprezzabile il moncone prossimale del tendine, nella 20B e 20C il tendine è sostituito versamento, nella 20D si riconosce il moncone distale assottigliato.

I muscoli peroneali sono stabilizzatori primari della dinamica laterale della caviglia.

Posteriormente al malleolo, i **tendini peronei** scorrono in una membrana sinoviale comune e sono tenuti in posizione dal retinacolo inferiore; questa struttura previene "lo strangolamento" dei tendini sul malleolo laterale durante la contrazione (3). Quindi i tendini peronei decorrono in un tunnel fibro-osseo delimitati anteriormente dal malleolo laterale, lateralmente dal retinacolo inferiore, posteriormente dal legamento fibulo-astragalico posteriore.

A differenza del tendine tibiale posteriore, per i tendini peronei il piano di scansione più idoneo è il piano sagittale unitamente al piano assiale (8,20); non bisogna dimenticare che al punto malleolare, i peronei modificano il loro decorso. Le scansioni a valle del punto peroneale evidenzieranno un decorso obliquo del tendine peroneo e, per effetto di volume parziale, si può osservare una sfumatura del contorno del tendine che si confonde con il grasso circostante, questo aspetto può essere causa di errori interpretativi.

Il tendine peroneo breve decorre anteriormente al tendine peroneo lungo, a ridosso dell'osso corticale malleolare; lo stretto contatto tra il tendine e l'osso può rendere difficile la differenziazione tra l'assenza di segnale della corticale ed il tendine stesso. Le degenerazioni tendinee insorgono, generalmente, dove il tendine decorre sotto il malleolo laterale perché è un sito di

stress meccanico (18). La sub-lussazione dei tendini peronei è rara e si associa, in genere, a frattura calcaneare (3,18,19); il solco retrofibulare è poco profondo e facilita quindi la sub-lussazione.

Le tenosinoviti peroneali possono presentarsi singolarmente, ma più comunemente si associano a fratture calcaneari (3,19). Le tenosinoviti si manifestano, analogamente alle altre strutture tendinee, con distensione da parte di edema della membrana sinoviale (fig. 21).

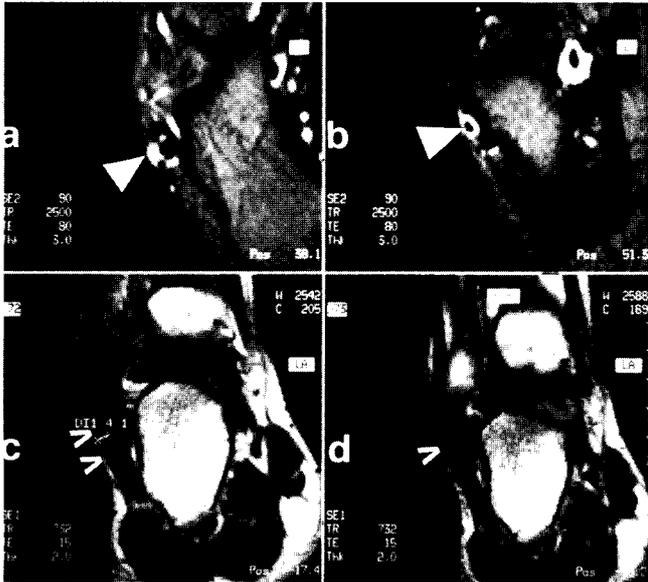


Fig. 21A,B,C,D - Tenosinovite dei peronei. Scansioni assiali T2 pesate ed assiali T1 dipendenti. Nella fig. 21A: edema nella guaina sinoviale dei peronei a ridosso del tendine peroneo lungo (punta di freccia). Nella 21B l'edema circonda completamente il t. peroneo breve (punta di freccia). Nella 21 C si osserva abbondante quantità di edema che distende la guaina sinoviale a livello del t. peroneo lungo (punta di freccia). Nella 21 D il fluido infiammatorio interessa anche il t. peroneo breve (punta di freccia).

Sono inusuali le rotture complete dei tendini peronei, più spesso si associano fratture calcaneari (3,18,19).

In rari casi l'aspetto RM di una rottura parziale del tendine peroneo breve può essere rappresentato da una sottile stria di iperintensità di segnale a decorso longitudinale, questa determina un'alterazione morfologica del tendine peroneo breve che assume un aspetto a semiluna con concavità posteriore. La diagnosi può essere facilitata dall'insinuarsi del tendine peroneo lungo nella concavità determinata dalla rima longitudinale (12) (fig. 22).

Anche a livello dei tendini peronei una rottura parziale può essere rappresentata da una riduzione dello spessore del tendine che può divenire pressoché virtuale, il tendine è ridotto di spessore e circondato da edema e versamento ematico (fig. 23).



Fig. 22 - Rottura parziale del t. peroneo breve. Il tendine è interrotto, diviso da una sottile immagine di iperintensità (freccia), è deformato a semiluna ed il t. peroneo lungo si insinua nella concavità posteriore del peroneo breve.



Fig. 23A,B - Rottura parziale del t. peroneo breve. Notevole assottigliamento del tendine peroneo breve in senso antero-posteriore con versamento iperintenso in T2 (22B, freccia). Scansione immediatamente a monte della lesione pesata in T1 (22A).

Le dislocazioni dei tendini peronei (sub-lussazione) possono essere idiopatiche o post-traumatiche (18). Una lassità del retinacolo permette la sub-lussazione laterale al malleolo, più raramente si assiste ad una dislocazione anteriore al malleolo (12,20). Anche le le-

sioni del legamento fibulo-calcaneare predispongono alla sub-lussazione dei peronei (12).

Le alterazioni di gran lunga più frequenti del **tendine flessore dell'alluce** sono le tenosinoviti, caratteristiche nelle danzatrici; la tenosinovite, classicamente, si sviluppa in prossimità del malleolo mediale ed al di sotto della base del primo metatarso (fig. 24), questi sono punti di maggiore attrito (18). La tenosinovite del flessore lungo dell'alluce può essere responsabile di una sindrome del tunnel tarsale, caratterizzata da alterazioni di tipo sensitivo del compartimento plantare del piede (7).



Fig. 24A,B,C,D - Tenosinovite del t. flessore dell'alluce. Acquisizioni T1 sul piano assiale (24A,B, freccia) evidenziano una raccolta di segnale intermedio che distende la guaina del flessore dell'alluce. Allo stesso livello le immagini T2 dipendenti evidenziano marcato ed omogeneo aumento di segnale del fluido infiammatorio (24C,D punta di freccia).

Non bisogna dimenticare che nel 20 % dei casi la guaina sinoviale del tendine flessore lungo dell'alluce è in comunicazione con l'articolazione talo-cruale; quindi nel caso di un versamento articolare si associa la presenza di liquido nella guaina sinoviale; il reperto non esprime la presenza di una tenosinovite.

Le tenosinoviti acute del flessore lungo dell'alluce possono evolvere, non infrequentemente, in tenosinoviti stenotiche.

Il migliore piano di scansione nello studio di questo tendine è il piano sagittale, in relazione al decorso e al tendine stesso, il reperto non esprime la presenza di una tenosinovite.

Il **tendine tibiale anteriore** decorre a ridosso del contorno e mediale del primo cuneiforme e della base del

primo metatarso, provvede all'80% della forza della dorsi-flessione del piede.

La ricerca di lesioni del tendine tibiale anteriore non può prescindere da scansioni semisagittali disposte longitudinalmente al decorso tendineo, gli slices posizionati sul piano sagittale puro determinano parziale sovrapposizione del tendine estensore lungo dell'alluce. Gli atleti che più frequentemente vanno incontro a lesioni del tendine tibiale anteriore sono i marciatori (fig. 25).



Fig. 25A,B - Rottura parziale del t. tibiale anteriore. La scansione semisagittale lungo il decorso del tendine evidenzia localizzata riduzione dello spessore del tendine; coesiste sottile falda di medio-alta intensità di segnale in DP (25A, punta di freccia); la sottile falda diviene iperintensa in T2 (25B, punta di freccia aperta); il reperto, unitamente all'assottigliamento localizzato del tendine (25B, punta di freccia piena) esprime la presenza di una rottura parziale con modesto versamento ematico.

Di raro riscontro sono le lesioni del **tendine estensore lungo dell'alluce**, la nostra casistica consta di soli due atleti. In un paziente una grossolana raccolta nettamente ed omogeneamente iperintensa in T2, a contorni netti e regolari, rendeva possibile l'individuazione di una lesione cistica sinoviale del tendine estensore lungo dell'alluce (fig. 26). La diagnosi di una lesione cistica è agevole in presenza di una raccolta a contorni netti e regolari, in assenza di imbibizione del clivaggio adiposo. Nel secondo caso una tenosinovite stenotica del tendine estensore lungo dell'alluce è stata riconosciuta grazie alla presenza di una banda di iposegnale in tutte le sequenze con le caratteristiche del tessuto fibroso; il reperto si accompagnava ad ipotrofia del muscolo (figg. 27 e 28).

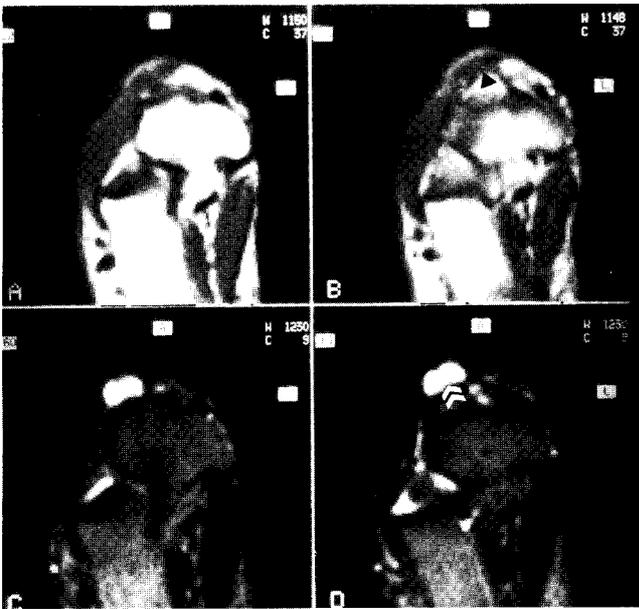


Fig. 26A,B,C,D - Cisti sinoviale del t. estensore lungo dell'alluce. La lesione è rappresentata in tomogrammi sul piano assiale pesati in T1 (26A,B, punta di freccia nera) e T2 (26C,D, punta di freccia bianche).

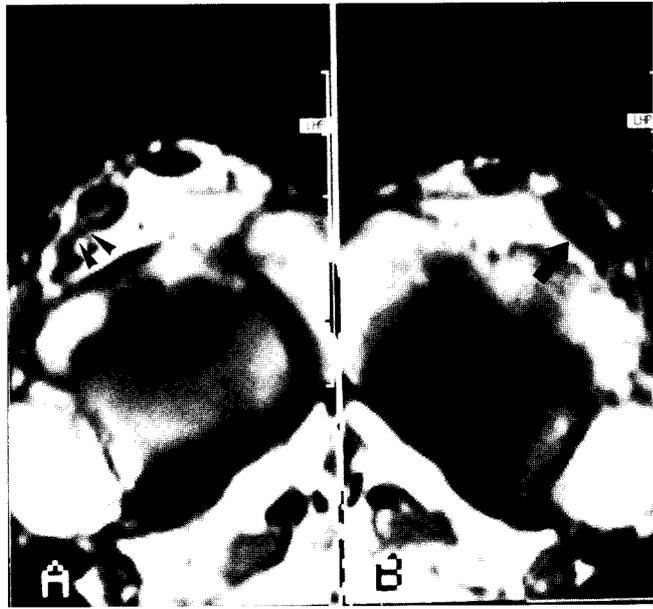


Fig. 28A,B - Nello stesso paziente il muscolo estensore dell'alluce di destra è di volume ridotto, ipotrofico (28A, punta di freccia), rispetto al controlaterale normale (28B, freccia).

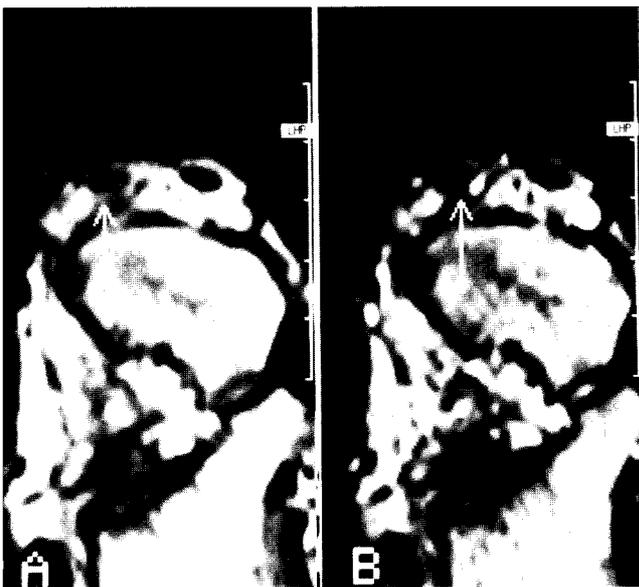


Fig. 27A,B - Tenosinovite stenosante cronica del t. estensore lungo dell'alluce. In DP, nei tomogrammi assiali, si osserva una sottile banda di segnale a debole intensità lungo il contorno posteriore del tendine (27A, freccia). La stessa immagine, in T2, mostra le caratteristiche del tessuto fibroso, infatti rimane nettamente ipointensa (27B, freccia).

CONCLUSIONI

Il tendine in condizioni fisiologiche è rappresentato in risonanza magnetica come una struttura nastriforme di assoluto ed omogeneo iposegnale. In risonanza magnetica le strutture a basso contenuto idrico appaiono "neri", quindi non è riconoscibile la struttura fibrillare tendinea, a differenza di quanto avviene per l'ecografia (2). La risonanza magnetica però possiede una elevata sensibilità nel riconoscimento anche delle più piccole alterazioni strutturali sia intratendinee che dei tessuti peritendinei, infatti le minime modificazioni della struttura vengono rappresentate in tutte le sequenze con incremento dell'intensità di segnale (9). Inoltre il valore dell'intensità di segnale dei tessuti nelle varie sequenze e pesature caratterizza il tipo di tessuto, da ciò ne consegue una agevole distinzione delle varie componenti tissutali in risonanza magnetica (11). La possibilità di poter caratterizzare il tessuto permette una facile diagnosi differenziale tra le lesioni infiammatorie acute nelle quali prevale la componente edemigena e le lesioni infiammatorie croniche caratterizzate dalla comparsa di fibrosi. La multiplanarità della risonanza magnetica consente una migliore definizione spaziale delle lesioni rispetto all'ecografia; in particolare nelle rotture tendinee, siano esse parziali o totali consente una precisa valutazione

dell'estensione della lesione e della compartecipazione delle strutture adiacenti (15). Come è noto rotture tendinee o lesioni tendinee di tipo infiammatorio dei peronei del flessore lungo dell'alluce e del tibiale posteriore sono spesso associate a fratture malleolari; la panoramicità della RM fornisce uno studio multi compartimentale da cui deriva un ovvio incremento del valore prognostico. La sede e il decorso superficiale ed esclusivamente verticale del tendine achilleo consentono una rapida ed agevole valutazione ecografica; al contrario le restanti strutture tendinee della caviglia possono essere male accessibili all'ecografia in relazione agli stretti rapporti che tali strutture contraggono con le superfici scheletriche.

La risonanza magnetica rimane comunque un'indagine ad elevato costo ed a tutt'oggi non vi è una diffusione capillare di tomografi; riteniamo pertanto che l'indagine di prima istanza nello studio del tendine achilleo debba essere l'ecografia (2); la RM è da riservare nelle lesioni tendinee di dubbia caratterizzazione e nei casi in cui vi sia il sospetto di compartecipazione delle strutture sottotendinee (osso, cartilagini) (1).

Le restanti strutture tendinee della caviglia, per la loro disposizione anatomica necessitano di uno studio sui più piani dello spazio, inoltre decorrono contraendo stretti rapporti con le superfici scheletriche; per i motivi sopra esposti la risonanza magnetica può essere considerata metodica elettiva in grado di determinare con accuratezza la sede, il tipo e l'estensione della lesione tendinea.

Non va dimenticato che la RM in ambito ortopedico deve considerarsi un esame mirato; la strategia dell'indagine non è standardizzata, ma è indispensabile ottimizzare i dati tecnici in relazione al quesito clinico al fine di limitare i falsi negativi, spesso conseguenti a scarsa confidenza con la metodica.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) BELTRAN J, NOTO AM, HERMAN LJ, ET AL.: *Tendons: high-field strength, surface coil MR imaging*. Radiology 1987; 162 (735-740).
- 2) CAMPANI R, BOTTINELLI O, GENOVESE E, ET AL.: *Ruolo dell'ecotomografia nella traumatologia da sport dell'arto inferiore*. Radiol. Med. 1990; 79 (151 -162).
- 3) EBRAHEIM NA, ZEISS J, SKIE MC ET AL.: *Radiological evaluation of peroneal tendon pathology associated with calcaneal fractures*. J. Orthop. Trauma. 1991; 5 (365-369).
- 4) ERICKSON SJ, COX IH, HYDE JS, ET AL.: *Effect of tendon orientation on MR imaging signal intensity: a manifestation of the "magic angle" phenomenon*. Radiology 1991; 181 (389-392).
- 5) GRECO A, McNAMARA MT, ESCHER RMB ET AL. *Spin-Echo and STIR MR Imaging of sport-related muscle injuries at 1.5 T*. J. Comp. Ass. Tomogr. 1991; 15 (994-999).
- 6) KEENE JS, LASH EG, FISHER DR ET AL.: *Magnetic resonance imaging of the Achilles tendon ruptures*. Am. J. Sports Med. 1989; 17 (333-337).
- 7) KERR R, FREY C.: *MR imaging in tarsal tunnel syndrome*. J. Comp. Ass. Tomogr. 1991; 15 (280-286).
- 8) KIER R, DIETZ MJ, MCCARTHY SM, ET AL. *MR imaging of the normal ligaments and tendons of the ankle*. J. Comp. Ass. Tomogr. 1991; 15 (477-482).
- 9) KINGSTON S.: *Magnetic resonance imaging of the ankle and foot*. Clin. Sports Med. 1988; 7 (15-28).
- 10) LINK SC, ERICKSON SJ, TIMINS ME.: *MR imaging of the ankle and foot: normal structures and anatomic variants that may simulate disease*. American Journal of Radiology 1993; 161 (607-612).
- 11) MARCUS DS, REICHER MA, KELLERHOUSE LE. *Achilles tendon injuries: the role of MR imaging*. J. Comp. Ass. Tomogr. 1989; 13 (480-486).
- 12) MINK JH. *TENDONS*. IN: DEUTSH A, MINK JH, KERR R.: *MRI of the foot and ankle*. Raven Press, 1992; 135-172.
- 13) NOTO AM, CHEUNG Y, ROSEMBERG ZS ET AL. *MR imaging of the ankle: normal variants*. Radiology 1989; 170 (121 -124).
- 14) QUINN SF, MURRAY WT, CLARK RA, ET AL. *Achilles tendon: MR imaging at 1.5 T*. Radiology 1987; 164 (767-770).
- 15) ROSEMBERG ZS, CHEUNG Y, JAHSS MH.: *Computed tomography scan and Magnetic Resonance imaging of the ankle tendons: an overview*. Foot Ankle 1988; 8 (297-307).
- 16) ROSEMBERG ZS, CHEUNG Y, JAHSS MH, ET AL. *Rupture of posterior tibial tendon: CT and MR imaging with surgical correlation*. Radiology 1988; 169 (229-235).
- 17) SCHWEITZER ME, CACCESE R, KARASICK D, ET AL.: *Posterior tibial tendon tears: utility of secondary signs for MR imaging diagnosis*. Radiology 1993; 188 (655-659).
- 18) TEHRANZADEH D, KERR R, AMSTER J. *Magnetic resonance imaging of tendon and ligament abnormalities: part II. Pelvis and lower extremities*. Skeletal Radiology 1992; 21 (79-86).
- 19) ZEISS J, EBRAHEIM N, RUSIN J ET AL. *Magnetic resonance imaging of the calcaneus: normal anatomy and application in calcaneal fractures*. Foot Ankle 1991; 11 (264-273).
- 20) Zeiss J, Saddemi SR, Ebraheim NA. *MR Imaging of the Peroneal Tunnel*. J. Comp. Ass. Tomogr. 1989; 13 (840-844).