

www.fisiokinesiterapia.biz

Il tendine

- Struttura bianco brillante e di struttura fibro-elastica, resistenti.
- Servono a connettere il muscolo all'osso, e quindi...
- Trasmettono e modulano l'azione muscolare ai diversi segmenti scheletri.
- Le loro caratteristiche meccaniche sono correlate alla loro particolare struttura e ultrastruttura.

Tendine

Fasci

- F. terziari
- F. secondario (fascicolo)
- F. primario (subfascicolo)
 - Fibra collegena
 - Fibrilla collagena

Guaine

- Epitenon
- Endotenon

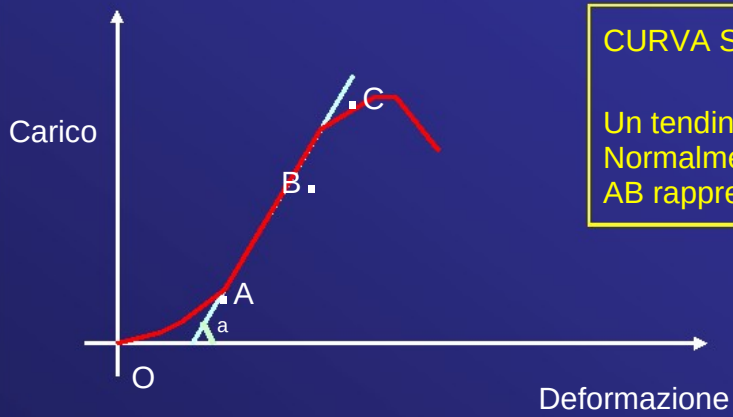
- Collagene (tipo I) ed elastina
- Matrice di proteoglicani ed acqua
- Tenociti e tenoblasti: protocollagene

Peritenonio:

- Epitenonio (vasi, nervi)
- Paratenonio (fibre elastiche, collagene, cellule sinoviali)

Il tendine

- Grazie alla sua organizzazione **anisotropa**, resiste molto bene ai carichi di tensione e meno bene alle ~~forze elastiche~~, di taglio e/o di compressione.



CURVA STRESS-STRAIN

Un tendine sottoposto ad un carico si deforma.
Normalmente si deforma come nel tratto OA
AB rappresenta la riserva di resistenza

OA: la deformazione aumenta in modo esponenziale

AB: rapporto lineare tra carico e deformazione

BC: rottura

Strain < 4% limite fisiologico

Strain > 4% rottura fibrillare

Strain > 8% rottura delle fibre

Le caratteristiche del tendine dipendono dalla sua organizzazione:

- Le fibre collagene donano resistenza tensile ma sono poco elastiche
- Più fibre collagenemaggior resistenza
- Fibre più lunghemaggior elongazione

Particolare importanza svolta dalla architettura microscopica!

MTJ: giunzione miotendinea

- Area di contatto tra tendine e muscolo, dove le fibre muscolari vengono compenstrate dalle fibrille collagene
- Angolo tra muscolo e tendine prossimo allo 0°: ridurre lo **shear stress**
- A livello della MTJ si ritrova una gran quantità di proteoglicani e GAG per migliorare la trasmissione delle forze (aumento delle forze di adesione).



NONOSTANTE CIO', LA MTJ E' IL PUNTO PIU' DEBOLE DELL'UNITA'

L'interdigitazione aumenta la superficie di contatto di 10-20 volte

OTJ: giunzione osteotendinea

- Connette il tendine all'osso
- Angolo O-T acuto
- Quattro strati:
 - Tendine (T)
 - Fibrocartilagine (F)
 - Fibrocartilagine mineralizzata FM)
 - Osso (O)

TENDINI E PULEGGE

- In particolari distretti (mano, piede, spalla) la meccanica del tendine si svolge grazie a pulegge e/o canali osteofibrosi.

Le modificazioni dei tendini

- Legate all'età
- Legate all'uso
- Legate all'abuso
- Legate all'immobilizzazione

Con l'età...e l'inattività...

- Diminuzione della resistenza alle forze tensili
- Modificazioni istologiche:
 - Irrigidimento delle fibre collagene
 - Riduzione delle fibre collagene
 - Disidratazione
 - Diminuzione della sintesi di collagene
 - Aumento della distruzione del collagene
- Ruolo della vascolarizzazione
- Ruolo delle malattie associate e delle loro cure (DM, Antibioticoterapie, ecc)

Classificazione delle Tendinopatie...:

Tendinite? Tendinosi? Peritendinite?

Pathological diagnosis	Concept (macroscopic pathology)	Histologic finding
Tendinosis	Intratendinous degeneration (commonly due to ageing, microtrauma, vascular compromise)	Collagen disorientation, disorganisation and fibre separation by an increase in mucoid ground substance, increased prominence of cells and vascular spaces with or without neovascularization and focal necrosis or calcification
Tendinitis/ Partial rupture	Symptomatic degeneration of the tendon with vascular disruption and inflammatory repair response	Degenerative changes as noted above with superimposed evidence of tear, including fibroblastic and myofibroblastic proliferation, haemorrhage and organising granulation tissue.
Paratenonitis	'Inflammation' of the outer layer of the tendon (paratenon) alone, whether or not the paratenon is lined by synovium	Mucoid degeneration in the areolar tissue is seen. A scattered mild mononuclear infiltrate with or without focal fibrin deposition and fibrinous exudate
Paratenonitis with tendinosis	Paratenonitis associated with intratendinous degeneration	Degenerative changes as noted in tendinosis with mucoid degeneration with or without fibrosis and scattered inflammatory cells in the paratenon alveolar tissue

http://www.clinicalsportsmedicine.com/articles/common_tendinopathies.htm#NORM
AL TENDON ANATOMY

Tendinite.... Tendinosi?

Tendinosi: quadro anatomo-patologico seguente all'incapacità della matrice extracellulare ad adattarsi alla causa, con distruzione di matrice*.

- Progressiva perdita delle fibre collagene e sostituzione con sostanza amorfa**:
 - Degenerazione ff collagene
 - Alterazione del rapporto tra collagene tipo I e II, con aumento del tipo III
 - Perdita organizzazione a fasci paralleli
 - Ipercellularità
 - Neovascolarizzazione
 - Aumento dei proteoglicani
 - Sostituzione adiposa
 - Deposizione di Sali di calcio

* Leadbetter WB (1992). Cell-matrix response in tendon injury. Clin Sports Med, 11, 3, 533-578

** Murrell GA (2002). Understanding tendinopathies. Br J Sports Med, 36, 6, 392-393

Tendinite: difficile da distinguere dalla tendinosi

- Presenza di cellule infiammatorie



-Tessuto di granulazione

- Fibrosi

- Ruolo di IL, citochine,
metalloproteine e fattori di crescita

Tendinosi

Degenerazione tendinea senza segni e/o sintomi clinici, ma con alterazioni istopatologiche

Paratendinite

Flogosi del paratenone

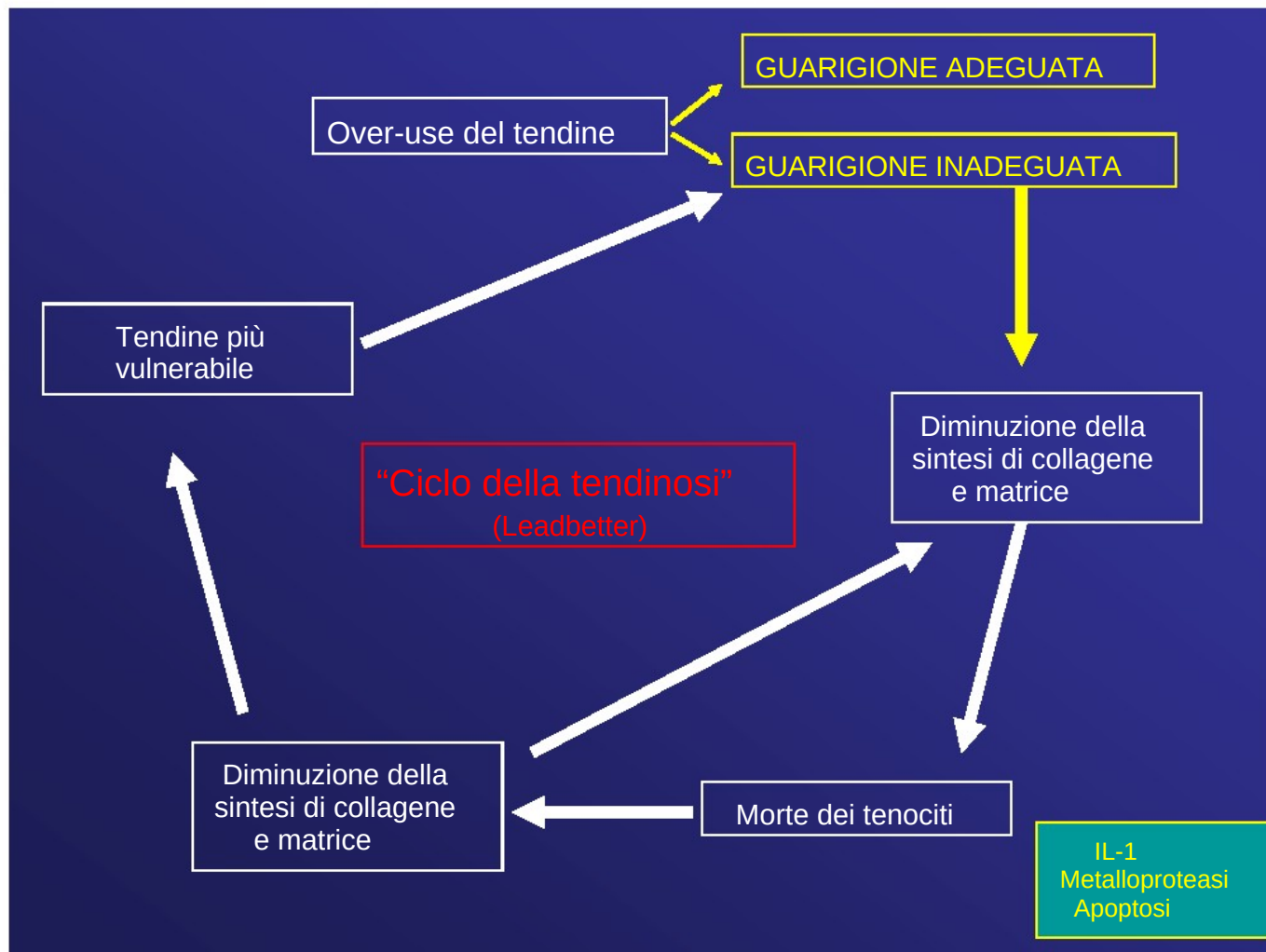
Tendinite

Degenerazione tendinea con segni clinici e istopatologici (vasculopatia e risposta infiammatoria)

Rottura del tendine

Teorie:

- Vascolare
- Traumatica / microtraumatica
- Metabolica (magnesio? Sostanza P?...)



Le rotture sottocutanee

- Evenienza drammatica in cui si assiste alla soluzione di continuo del tendine:
 - Rotuleo
 - Achilleo
 - Degli estensori e/o flessori delle dita
 - Del quadricipitale
 - ...

Si attribuisce ad Ambroise Parè, consigliere e chirurgo personale di Carlo IX di Francia, la prima descrizione della rottura del tendine d'Achille (BERNABEO R.A., PONTIERI G.M., SCARANO G.B , 1993)

Il tendine d'Achille

- E' il più largo e forte tendine del corpo umano: sopporta carichi che possono variare tra i 2000 e 7000 N (durante la corsa: almeno 8 volte il peso corporeo).
- Il tricipite ha un vettore di forza che, oltre a provocare la flessione plantare, induce anche una supinazione del piede a causa della sua inserzione centro-mediale sul calcagno e alla rotazione delle sue fibre.
- È un tendine tri-articolare: ginocchio, tibiotarsica, sottoastraglica

Ipotesi eziologiche

- **Soma** et al (Clinics in Sports med. 13:811-823; 1994):
 - Fattori intrinseci: improvviso aumento della durata, intensità o frequenza della corsa
 - Fattori estrinseci: scarpe sportive, terreni
- **Neely** (Sports Med. 26 (6): 395-413; dec 1998):
 - Piede eccessivamente pronato o supinato, flessione TT limitata, dismetria A.I, angolo Q aumentato.
- **lement** et al. (Am.J.Sports Med. 12:179-184; 1984):
 - se durante la camminata la pronazione del piede si prolunga eccessivamente mentre il ginocchio è in estensione, il tendine d'Achille viene sottoposto a delle anomali forze rotazionali in grado di produrre un ipoafflusso sanguigno da torsione dei vasi
 - in presenza di un'iperpronazione del piede si crea una sollecitazione mediale del tendine d'Achille che, nella fase di spinta, si trasforma in una sollecitazione laterale (effetto "frustata" o a "corda d'arco"), causa di microlacerazioni e quindi degenerazione

Classificazioni delle lesioni

Subotnick (Sports medicine of the lower extremity. 2° ediz. Churchill Livingstone U.S.A. 1999):

- stiramenti della giunzione teno-muscolare mediale e laterale,
- paratendinite achillea,
- tendinosi achillea (rottura o degenerazione centrale del tendine)
- tendinite teno-periosteale con o senza calcinosi.

Cyriax (Textbook of Orthopaedic Medicine. Vol. I-II - Bailliere Tindall 1982 & 1984):

- quattro sedi principali di lesione: l'inserzione teno-periosteale, le parti laterali del corpo tendineo e la parte anteriore del tendine.

Classificazione di Puddu

- Patologia **degenerativa** del tendini:
 - Tendinosi
 - Tendinosi con rotture parziali
- Patologia **infiammatoria**:
 - Paratendinite
 - Tendinite inserzionale
 - Borsite retracalcaneare
- Trauma acuto

Puddu G, Ippolito E, Postacchini F. A Classification of Achilles tendon disease. Am J Sp Med, 1976, 4, 4, 145-150

Studi istologici:

- 2-6 cm sopra l'inserzione tenoperiosteale c'è una zona di **ipovascolarizzazione tendinea**, che predisporrebbe il tendine alla rottura
- Ruolo di leucociti e terminazioni nervose contenenti sostanza P:
 - aumento di macrofagi, linfociti B e T in caso di tendinosi, ma assenza di infiltrato in caso di rottura spontanea.
 - Fibre contenenti **sostanza P** aumentano in caso di tendinosi, ma non aumentano nei casi di rottura spontanea.

Achilles tendinosis is associated with spouting of substance P positive nerve fibres. Ann reum Dis, 2005, 64, 1083-1086

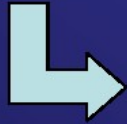
Eziologia delle tendinopatie

- Fattori estrinseci
- Fattori intrinseci

- Trauma vs over-use

Oppure, potremmo dire:

- Legate all'accrescimento: il muscolo "segue" l'allungamento dell'osso



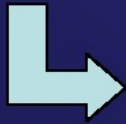
“...passeranno”

- Legate alla conformazione muscolo-scheletrica



“...passeranno...ma ritornano...ma possono essere attenuate dall'uso di presidi ortopedici e/o fisioterapici...”

- Legate al gesto atletico



“...NON PASSERANNO MAI...se non si corregge il gesto”

Le tendinopatie legate al gesto atletico/artistico sono di sicuro le più difficili da curare...poiché:

- Bisogna conoscere il **gesto atletico/artistico**
- Bisogna valutare la **conformazione** muscolo-scheletrica dell'atleta/artista

Alcuni esempi...

La pallavolo

Sotto rete si somma:

- Velocità di esecuzione
- Spazi ristretti (giocatori, rete)
- Limiti fisici: altezza, pregressi traumi, stress psico-fisico
- Tecnica: finte di gioco cambi di direzione, ...
- Strategia: disposizione in campo



AUMENTO DEL
RISCHIO DI TRAUMA

Ginocchio del saltatore

- Sono colpiti più i maschi (2:1)
- Spesso colpisce giocatori “pesanti”: 84 ± 12 Kg
- ...e **alti**: 186 ± 9.5 cm
- Con un forte **carico** di lavoro: 3.5 ± 2.4 h/settimana di cui 1.1 ± 1.8 h/settimana spese per lo studio del salto (schiacciata, battuta, muro)

Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sport. The Am J Sp Med, 33, 4, 2005

Jumper's knee: an epidemiologic study of volleyball players.
Phys Sportmed, 12, 97-106, 1984

- Esiste una relazione (lineare) tra l'intensità e la **frequenza** degli allenamenti e la prevalenza della tendinopatia del saltatore.

Occorrono 48h perché venga formato il collagene tipo I, costituente principe della ultrastruttura tendinea...

(High prevalence of jumper's knee in swedish elite junior volleyball players compared with matched controls. Br J Sp Med, 39, 298-301, 2005)

- Concausa: terreno duro, scarpe non idonee
 - Nei giocatori di **beach volley** la tendinopatia del saltatore è presente solo nel 9% dei giocatori!

Tendinopatia e ruolo in campo

- Ruolo:
 - Schiacciatori: 67%
 - Alzatori: 22%
 - Altri ruoli: 17%
- Strategia di salto:
 - 79% right-left step-close per il salto
 - 21% left-right step-close per il salto

(il ginocchio destro è, in effetti, interessato almeno nel doppio dei casi)

Malattia di De Quervain

- Malattia
infiammatoria
della guaina
sinoviale
dell'Estensore
Breve del Pollice
(EBP) e/o
dell'Abduttore
Lungo del pollice
(ALP)

De Quervain disease in volleyball players. The Am J Sports
Med, 33, 3, 424-427, 2005

- Cause:
 - Fattori **anatomici**: ossei, legamentosi, tendinei (54% ALP multiplo, setti fibrosi nel canale, EBP doppio)
 - Fattori **meccanici**: bagher, alzata, microtraumi ripetitivi locali
 - Fattori **tecnici**: ore di allenamento

De Quervain disease in volleyball players. The Am J Sports Med, 33, 3, 424-427, 2005

- Traumi ripetuti dovuti all'impatto del pallone a livello della regione dorso-radiale del polso, con pollice flesso e abdotto, possano determinare (micro)danni a livello del canale dei tendini interessati
- Bisogna ricordare anche che la palla arriva sulla regione del polso di un difensore a velocità notevoli: **90 Km/h**



In base alla velocità di contatto palla-polso, le lesioni si approfondiscono:

- cute-sottocute
- guaine tendinee e tendini
- strutture capsulari

La spalla del pallavolista: lassità anteriore

Movimenti ripetitivi

Range di movimento ampio con spalla
retroposta, abdotta e mano al di sopra
della linea della testa

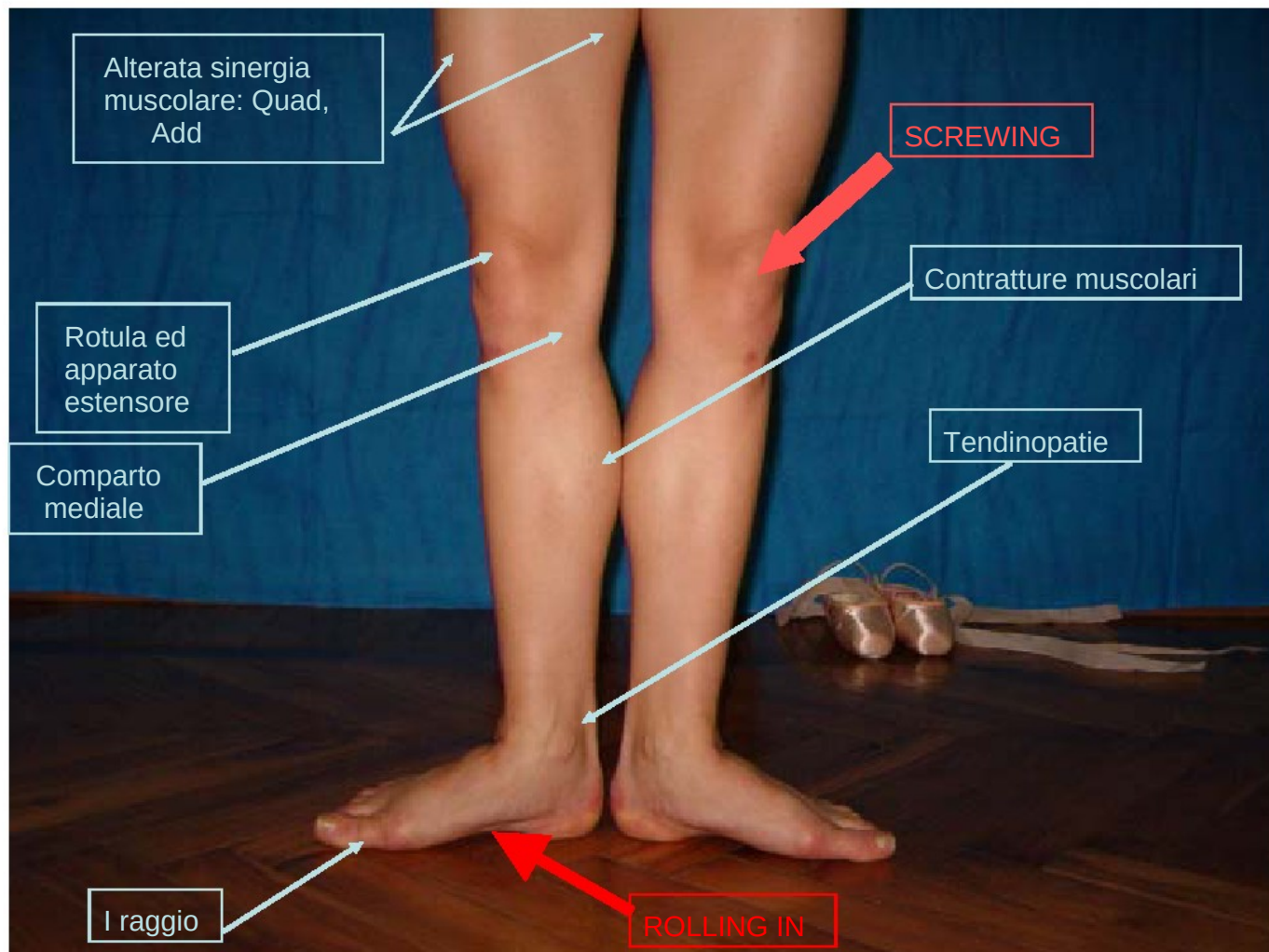
Forza sprigionata

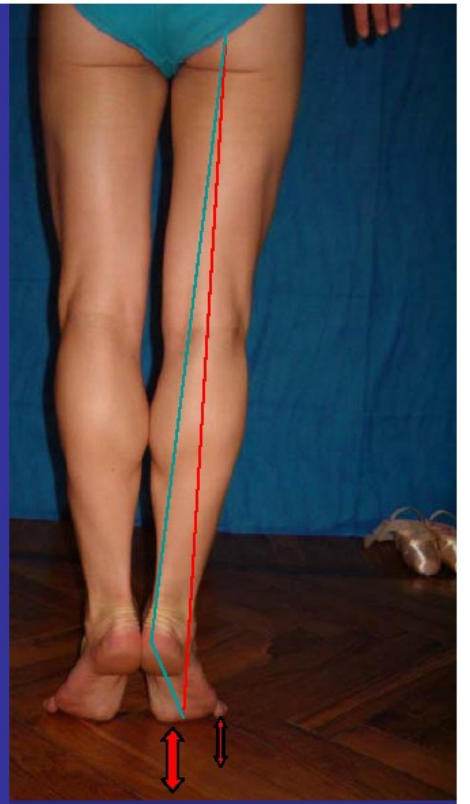
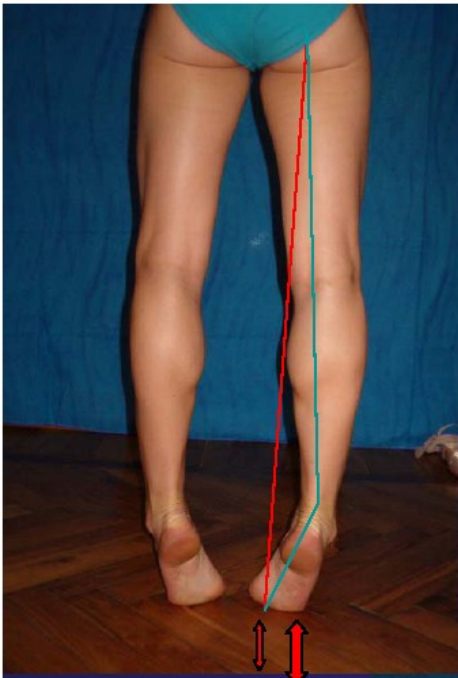
1. Lesione delle strutture capsulo-legamentose anteriori della spalla
2. Lassità
3. Dolore
4. Alterazione della biomeccanica della spalla
5. Dolore (CRONICIZZAZIONE !!!)

Tendinopatie nella danza classica accademica

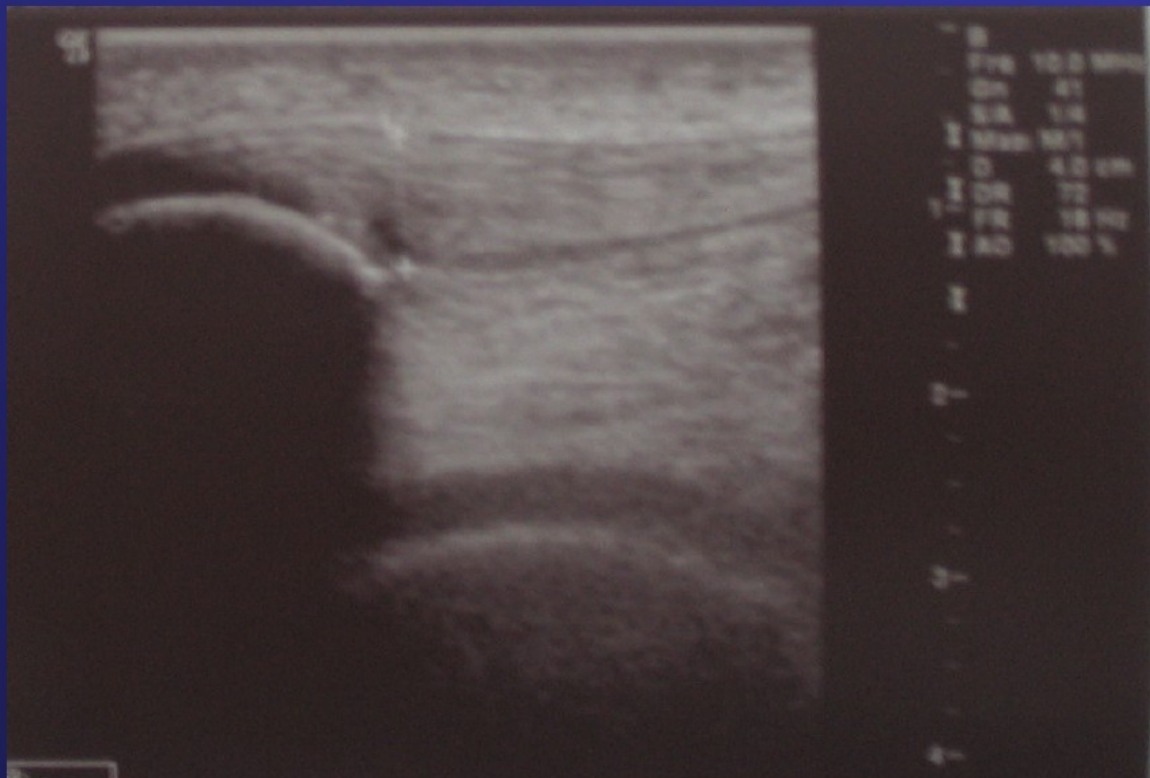


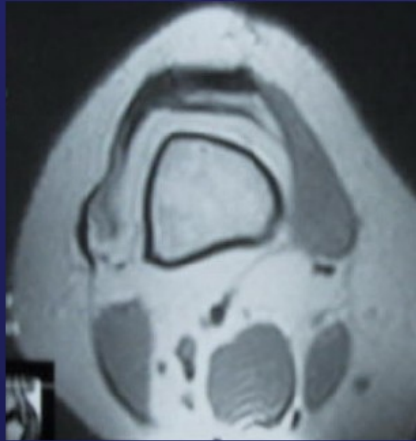
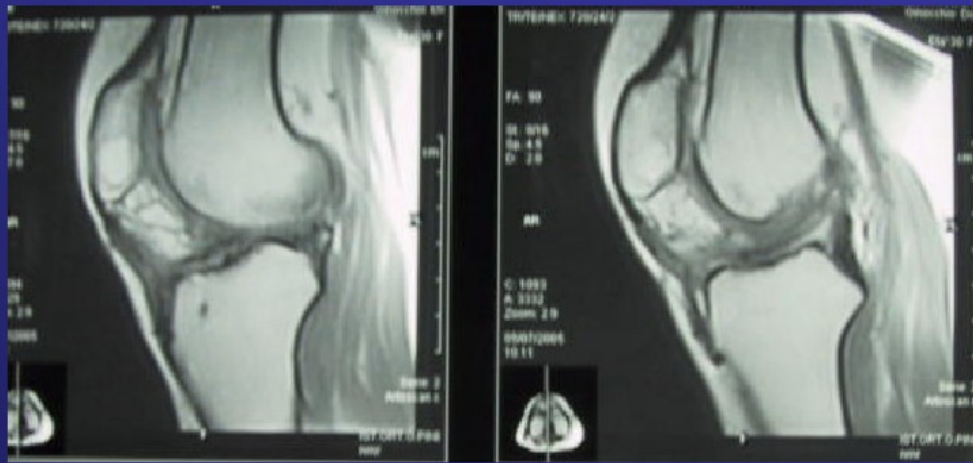
- Legata alla conformazione muscolo-scheletrica
- Legate alla tecnica
- Legato a over-use





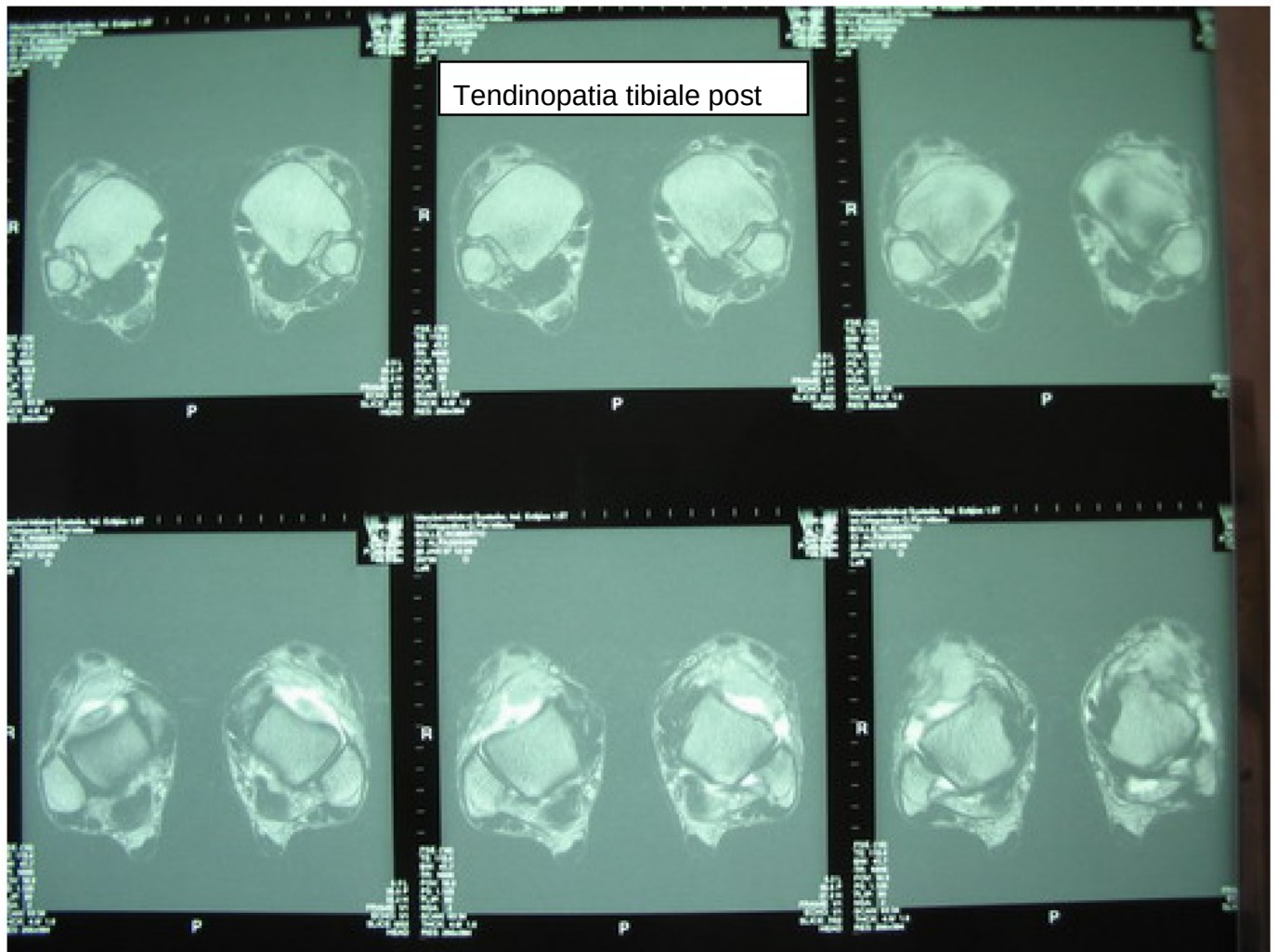
Tendinopatia rotulea e paratendinite

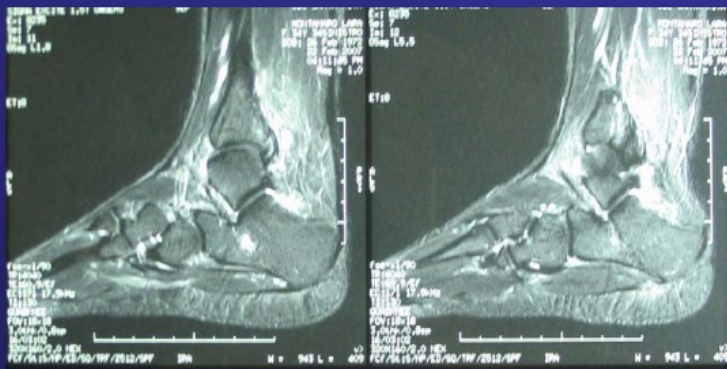




Tendinite rotulea

Tendinopatia tibiale post





Tendinopatia del flessore
lungo dell'alluce



Il tennis

EZIOLOGIA

- LEGATA AL **GESTO ATLETICO**: scatti, stop ripetuti
- LEGATA AL **GESTO TECNICO**: accelerazioni, utilizzo di leve
- LEGATA **ALL'AMBIENTE**: umidità, scarsa illuminazione, terreni in non perfette condizioni
- LEGATA AI **MATERIALI** UTILIZZATI: palline, racchette, scarpa

EPICONDILITE

- Affezione dolorosa del gomito a carico dell'origine dei muscoli estensori del polso e soprattutto del ERBC
- Amatori > 30 aa.
- Colpo di rovescio

Fattori predisponenti:

- Insufficiente preparazione **atletica**
- Insufficiente preparazione **tecnica**
- Insufficiente **riscaldamento**
- **Attrezzature** inadeguate (racchetta, pallina...)
- “Terreni veloci”



1. Sovraccarico meccanico
2. Tecnica

L'ampiezza della forza che agisce sull'arto nell'impatto con la pallina è pari a 13,9 m/sec: sollevare un peso di 25 Kg con un braccio



ROVESCIO:

- Il dorso della mano che impugna la racchetta è parallelo alla faccia della racchetta durante l'impatto con la pallina
- solo le dita possono provvedere a supportare lo stress di sostenere la racchetta.
- I muscoli estensori sono contratti eccentricamente per stabilizzare il complesso mano-polso durante l'impatto con la palla

Le sollecitazioni sarebbero assorbite se l'inserzione tendinea avvenisse su **un'ampia superficie** di osso.

Errore



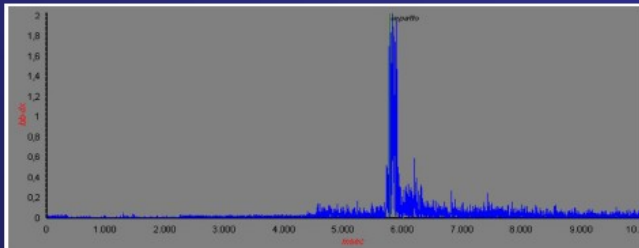
Errore



Studi sEMG

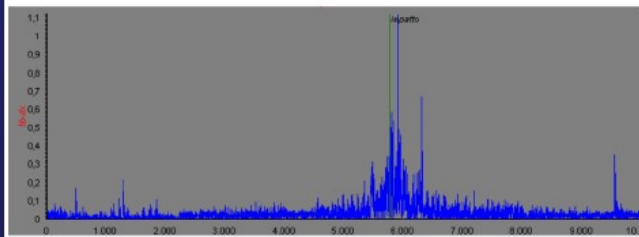
Tennisti esperti:

- attività relativamente costante.



Tennisti inesperti:

- attività muscolare aumentata e disordinata



Epicondilo e...musica

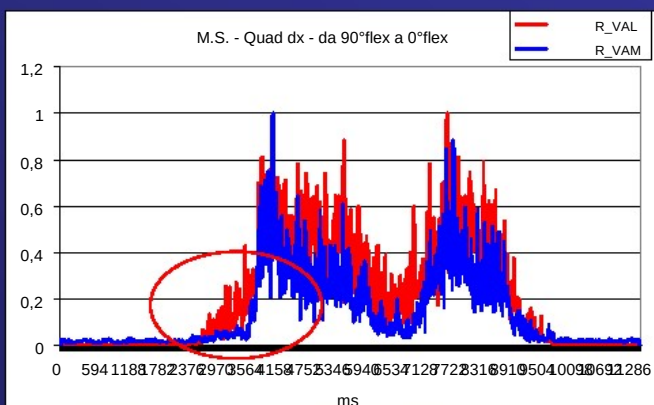
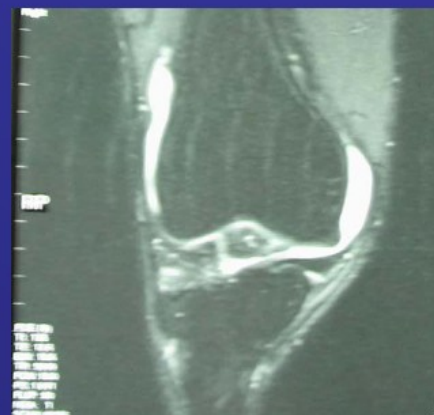
STUDI sEMG



sEMG nella tendinopatia rotulea

- Due ballerini professionisti:
 - 29 anni, maschio
 - 18 anni, maschio
- Gonalgia anteriore con algesia rotulea esterna ++
- RMN: versamento intrarticolare, no condropatia
- sEMG





Ginocchio sintomatico

Dall'analisi sEMG

- Asimmetria di attivazione del VMO rispetto al VL, a differenza della simmetrica attivazione a livello del controlaterale.
- Tale asimmetria è più evidente quando il ginocchio si trova atteggiato ad un angolo di flessione tra i 90° a 0°.

Trattamento delle tendinopatie

- REST
- Terapia fisica strumentale: ionoforesi, sonoforesi, laser, US, crioterapia, TECAR, onde d'urto
- Stretching – esercizi isometrici – esercizi eccentrici – massaggio trasverso profondo
- Taping - ortesi

Esercizi eccentrici

- Molti Autori sottolineano l'importanza dell'esercizio eccentrico
- Rappresenta un carico meccanico maggiore rispetto a quello concentrico e isometrico
- 3 caratteristiche fondamentali:
 - 1) L'allungamento: lo stretching serve ad incrementare la lunghezza dell'unità muscolo-tendinea.
 - 2) Il **carico**: i carichi crescenti stressano progressivamente il tessuto tendineo provocando così un aumento della sua forza tensile; è dimostrato infatti che l'esercizio stimola il metabolismo del collagene, aumenta il numero e la sezione delle fibrille nonché la concentrazione degli enzimi metabolici.
 - 3) La **velocità**: aumentando la velocità di contrazione del muscolo migliora ulteriormente la forza. La progressione dei carichi viene eseguita quindi sia aumentando la resistenza esterna che la velocità di movimento.

O'BRIEN M. Functional anatomy and physiology of tendons. Clin. Sports Med. 11: 505-520, 1992

ANGERMANN P., HOVGAAARD D. Chronic Achilles tendinopathy in athletic individuals: results of nonsurgical treatment. Foot & Ankle International Vol. 20, n° 5; may 1999

Le onde d'urto

Schock wave Therapy for Chronic Achilles Tendon Pain. *Cl Orthop & Rel Res*, 2005, 440, 199-204

- Efficaci nella terapia delle tendinopatie croniche.
- Meccanismo di azione non noto ma si pensa che esse agiscano sulla **permeabilità** del microcircolo e, probabilmente, modificando la reazione citokina-mediata dei linfociti

- Le onde d'urto emesse hanno una profondità di penetrazione molto variabile in modo da poter accedere alle diverse zone da trattare.
- L'alta precisione di focalizzazione con la sorgente cilindrica fa sì che le onde d'urto siano efficaci **esclusivamente** nella zona prevista, senza danneggiare il tessuto limitrofo.

ONDE D'URTO

- L'onda d'urto è costituita da impulsi di intensità elevata distanziati tra loro nel tempo, tali da **non produrre alcun effetto termico**.
- Gli effetti delle onde d'urto sono associabili alle **sole caratteristiche meccaniche**: per ogni singolo impulso si verifica un rapidissimo aumento della pressione, si ha un picco molto elevato dell'ordine di qualche centinaio di bar ($1\text{Mpa}=10\text{ bar}$) e infine un decadimento della pressione fino a valori negativi.

ONDE D'URTO

Tessuti molli

- Epicondiliti
- Epitrocleiti
- Patologie periarticolari di spalla
- Tendiniti calcifiche e non
- Algie vertebrali
- Tendinopatie del ginocchio
- Borsiti
- Contratture muscolari
- Pubalgie
- Tallodinie
- Artropatie degenerative
- Tendinopatie tendine di Achille

Osso (pseudoartrosi/ritardi di consolidazione)

- Ossa carpali
- Ossa tubolari della mano
- Radio
- Ulna
- Omero
- Femore
- Tibia e perone
- Malleolo peroneale
- Malleolo tibiale
- Ossa tarsali

www.fisiokinesiterapia.biz