



# Fisio Master



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

## Il ruolo della riabilitazione propriocettiva nel trattamento del trauma sportivo: la rottura del tendine d'Achille

Facoltà di Farmacia e Medicina  
Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche, Medico Legali e  
dell'Apparato Locomotore  
Sede di Latina (ASL Latina – Distretto Nord)  
Corso di laurea in Fisioterapia



# Fisio Master



# Fisio Master

**Erica Ippolito**  
**Matricola 1528763**

Relatore  
Dott. Giuseppe De Angelis

A.A. 2017/2018

Fisiomaster ringrazia per la gentile concessione la Dott.ssa Erica Ippolito autrice di questa tesi.



# Fisio Master



# Fisio Master

## INDICE.

I.	INTRODUZIONE.....	pag. 3
II.	ANATOMIA.....	pag. 6
	a. Il gastrocnemio	
	b. Il soleo	
	c. Azione del tricipite surale	
	d. Il tendine d’Achille	
	e. Il nervo tibiale	
III.	BIOMECCANICA.....	pag. 14
IV.	EPIDEMIOLOGIA E MECCANISMO LESIONALE.....	pag. 17
V.	DIAGNOSI.....	pag. 23
VI.	ROTTURA COMPLETA DEL TENDINE D’ACHILLE: TRATTAMENTO.....	pag. 25
	a. Trattamento conservativo	
	b. Trattamento chirurgico a cielo aperto	
	c. Trattamento chirurgico mini-invasivo	
	C1) Ricostruzione con tecnica percutanea	
	C2) Ricostruzione con tecnica percutanea in endoscopia	
	C3) Ricostruzione con tecnica mini-open	
VII.	TRATTAMENTO RIABILITATIVO POST-CHIRURGICO	p.40
VIII.	PROPRIOCEZIONE E RIABILITAZIONE PROPRIOCETTIVA.....	pag. 48
	a. La propiocezione	
	b. La riabilitazione propriocettiva dopo ricostruzione del tendine d’Achille	
IX.	OUTCOME E RITORNO ALLO SPORT.....	pag. 70
X.	MATERIALI E METODI.....	pag. 79
XI.	RISULTATI E DISCUSSIONI.....	pag. 80



# Fisio Master



# Fisio Master

- a. L'impatto della rottura del tendine d'Achille sulla carriera sportiva
- b. Deficit propriocettivi dopo rottura del tendine d'Achille

XII.	CONCLUSIONI.....	pag.	91
XIII.	BIBLIOGRAFIA.....	pag.	94
	RINGRAZIAMENTI.....	pag.	101



# Fisio Master



# Fisio Master

## I. INTRODUZIONE

Il tendine d'Achille, il più forte e robusto tendine del corpo umano, prende il nome dal celebre eroe greco descritto nell'Iliade di Omero. Achille, detto "pié veloce", era il figlio di Peleo e della ninfa Tetide. Secondo la leggenda, la madre lo avrebbe immerso nelle acque del fiume Stige per renderlo immortale, ma poiché era stato sorretto per il tallone, questa parte del corpo sarebbe rimasta vulnerabile. Prese parte alla guerra di Troia, e fu ucciso da una freccia avvelenata, scagliata dal principe troiano Parmenide, che lo trafisse proprio in questo punto. Da qui nacque l'espressione "tallone d'Achille" per indicare il punto debole di una persona.

Quando Ippocrate parlò di questo tendine, affermò che "una sua lesione causa febbre, shock, delirio e, alla lunga, può portare alla morte." Oggi la prognosi per è, fortunatamente, decisamente migliore, e il trattamento di questa lesione suscita molto interesse ed è costante oggetto di ricerca.

Lo scritto più antico in cui ci si riferisce al tendine calcaneare come "tendine d'Achille" è il "Corporis Humani Anatomia", pubblicato nel 1693 dall'anatomista olandese Philip Verheyen.

La rottura del tendine d'Achille era una lesione decisamente rara fino agli anni '50, ma ha subito un decisivo incremento negli ultimi anni per via dell'aumento della partecipazione sportiva, specialmente per quanto riguarda gli sport con la palla, che contano più di due terzi della totalità degli infortuni sportivi.



# Fisio Master



# Fisio Master

Nell'ultima decade, infatti, la partecipazione della popolazione alle attività sportive è aumentata sensibilmente, e sebbene questo incida in maniera positiva sulla salute generale, comporta anche un aumento degli infortuni.



# Fisio Master



# Fisio Master

Oggi, la rottura del tendine d'Achille è uno degli infortuni sportivi più frequenti: si tratta di un infortunio debilitante, doloroso, con tempi di recupero lunghi, che comporta un'immediata riduzione delle autonomie e della qualità della vita, e che può porre fine prematuramente alla carriera di un atleta.

Anche da questo nasce il forte interesse nei confronti di questo infortunio, nella presente tesi analizzato in ambito sportivo: nonostante le numerose ricerche e i numerosi studi, sono ancora molte le perplessità e i dubbi in merito a quale sia effettivamente il trattamento più efficace, al fine di migliorare la qualità del recupero, diminuire i rischi connessi al ritorno all'attività sportiva, aumentare la soddisfazione del paziente e permettere ad esso un ritorno allo sport possibilmente ai livelli pre-infortunio. L'atleta, infatti, è un paziente particolare, che ha fatto dello sport e della competizione la sua vita, la sua forma di sostentamento.

Ciò significa che le sue aspettative, le sue richieste, e anche le sue pressioni (provenienti dal coach, dalla squadra, dai supporters, dagli sponsor e da se stesso) sono elevate, e rappresentano una sfida per tutta l'équipe sanitaria. Se da un lato si deve ricercare il miglior recupero possibile e il ritorno allo sport nel momento appropriato, senza fretta, in modo da garantire il minor rischio possibile, dall'altro il paziente e il mondo sportivo premeranno per un recupero rapido. A tale scopo la ricerca sta progredendo, cercando un recupero più rapido di quello che si otteneva in passato, migliorando le tecniche chirurgiche, le ortesi e i protocolli fisioterapici, che sia allo stesso tempo il più sicuro possibile. Se un



# Fisio Master



# Fisio Master

infortunio può sicuramente rappresentare un problema per un atleta, una recidiva o un successivo nuovo infortunio causati da un trattamento frettoloso, non appropriato o dalla mancanza di cautela nel ritorno allo sport, possono rappresentarne la fine della carriera.



# Fisio Master



# Fisio Master

È bene, pertanto, cercare di soddisfare le aspettative del paziente, ricercando sempre e comunque come priorità l'efficacia, la sicurezza e l'appropriatezza del trattamento, che dovrà essere assolutamente personalizzato e “cucito” sul paziente. Egli andrà adeguatamente informato circa ogni aspetto dell'infortunio: la natura dell'infortunio stesso, l'entità, il trattamento consigliato e le alternative, il trattamento riabilitativo, gli strumenti che verranno utilizzati, le complicanze cui può andare incontro e i rischi. L'informazione è, infatti, alla base della compliance, fondamentale per la riuscita del trattamento. Dopodiché sarà importante una rivalutazione periodica e un corretto follow-up per valutare l'efficacia del trattamento, eventualmente modificandolo per renderlo maggiormente efficace o più tollerato dal paziente.

La collaborazione dell'intera équipe sanitaria e del paziente sarà fondamentale per una buona riuscita del trattamento, che ha sempre e comunque come scopo quello di reinserire il paziente nel mondo sociale e lavorativo nelle migliori condizioni possibili.

In questa tesi vedremo ogni aspetto della rottura completa del tendine d'Achille nel mondo sportivo, soffermandoci sulla riabilitazione propriocettiva, un aspetto talvolta trascurato, ma che è fondamentale perché permette il ritorno allo sport nelle migliori condizioni e, cosa di estrema importanza, ha un ruolo assolutamente fondamentale per la prevenzione di nuovi infortuni e recidive, che rappresentano spesso una grande paura dell'atleta.



# Fisio Master



## II. ANATOMIA <sup>1,2</sup>

Il tendine d'Achille, il più robusto e voluminoso del corpo umano, fornisce l'inserzione distale a due diversi muscoli: il gastrocnemio ed il soleo, che insieme formano il tricipite surale.

### a. IL GASTROCNEMIO

Il gastrocnemio è il muscolo più superficiale del compartimento posteriore della gamba, e forma il “ventre” del polpaccio. Origina da due capi, inseriti sui condili femorali con tendini robusti e piatti. Il capo mediale, più cospicuo, si inserisce su una depressione della parte posterosuperiore del condilo mediale, dietro il tubercolo per il grande adduttore, e su un'area leggermente rilevata sulla superficie del femore, appena sotto il condilo mediale. Il capo laterale si inserisce, invece, su un'area posta sulla superficie laterale del condilo laterale e sulla parte inferiore della corrispondente linea sopracondiloidea. Entrambi i capi originano anche dalla sottostante porzione della capsula articolare del ginocchio. Le inserzioni tendinee si espandono a rivestire la superficie posteriore di ciascun capo con un'aponeurosi della cui superficie anteriore originano parte delle fibre muscolari. La parte carnosa del muscolo si estende fino circa a metà polpaccio; le fibre muscolari del capo mediale, che è più cospicuo, giungono più in basso rispetto a quelle del capo laterale. Le masse muscolari dei due capi rimangono separate fin dove, nel decorso del muscolo, procedendo in senso cranio-caudale, le fibre iniziano ad inserirsi su una larga aponeurosi, che gradualmente si





# Fisio Master

restringe e riceve il tendine del soleo, trapassando nel tendine d'Achille, o tendine calcaneare.

Prossimalmente, i due capi del gastrocnemio formano i confini inferiori della fossa poplitea. Il capo laterale è parzialmente ricoperto dal tendine del bicipite femorale, e quello mediale dal muscolo semimembranoso.



# Fisio Master



# Fisio Master

Per il resto della sua lunghezza, il muscolo è, come già detto, superficiale, e i due capi sono facilmente apprezzabili.

L'area superficiale del muscolo è separata dalla fascia profonda della vena piccola safena e dai nervi peroneo anastomotico e surale. Il nervo peroneo comune incrocia da dietro il capo laterale del muscolo, parzialmente sotto al bicipite femorale. La superficie profonda è situata posteriormente al legamento popliteo obliquo, al muscolo popliteo, al soleo, al plantare, ai vasi poplitei e al nervo tibiale. Davanti al tendine del capo mediale è situata una borsa che comunica con la cavità articolare del ginocchio.

Ciascun capo del gastrocnemio è irrorato da un'arteria surale indipendente, ramo dell'arteria poplitea, che origina in corrispondenza dell'interlinea articolare tibiofemorale.

Ciascuna arteria surale entra nel corrispondente capo del muscolo con il suo nervo: questo peduncolo entra nel muscolo vicino al suo bordo centrale, a metà della fossa poplitea. Arterie surali accessorie minori originano dall'arteria poplitea o dalla superiore del ginocchio.

Il gastrocnemio, innervato dal nervo tibiale (S1 e S2), viene valutato chiedendo al paziente la flessione plantare del piede contro resistenza, in posizione supina e a ginocchio esteso.

## b. IL SOLEO



# Fisio Master



# Fisio Master

Il soleo è un muscolo largo e piatto situato anteriormente al gastrocnemio, quindi più in profondità. Origina dalla superficie posteriore della testa e dal quarto prossimale della diafisi della fibula, dalla linea del soleo e dal terzo medio del margine mediale della tibia, e da un'arcata tesa tra tibia e fibula, chiamata proprio "arco del soleo", che passa sopra ai vasi poplitei e al nervo tibiale.



# Fisio Master



# Fisio Master

Questa origine del muscolo è, di fatto, un'aponeurosi, dalla cui superficie posteriore origina la maggior parte delle fibre, che poi decorrono oblique fino al tendine di inserzione posto sulla superficie posteriore del muscolo. Ulteriori fibre muscolari originano dalla superficie anteriore dell'aponeurosi: queste sono corte, oblique e bipennate, e convergono su uno stretto tendine intramuscolare centrale che si fonde distalmente con il tendine principale. Questo, a sua volta, diventa gradualmente più spesso e stretto, unendosi al tendine del gastrocnemio per formare il tendine d'Achille.

Il muscolo è coperto, prossimalmente, dal gastrocnemio, ma sotto la metà del polpaccio si allarga, diventando facilmente accessibile da entrambi i lati. La faccia superficiale del soleo è, come già detto, in contatto con il gastrocnemio e con il plantare, mentre la faccia profonda è in rapporto con il flessore lungo delle dita, il flessore lungo dell'alluce, il tibiale posteriore, i vasi tibiali posteriori e il nervo tibiale, dai quali è separata dalla fascia trasversa profonda della gamba.

Il soleo è vascolarizzato principalmente dalle due arterie surali: la superiore origina dall'arteria poplitea, circa a livello dell'arco del soleo, e quella inferiore dalla parte prossimale dell'arteria peronea. Un apporto vascolare secondario deriva dalle arterie surale laterale, peronea o tibiale posteriore. All'interno del ventre del muscolo si trova un plesso venoso molto importante sia fisiologicamente, poiché fa parte del meccanismo di pompa muscolare, sia patologicamente, perché sede frequente di trombosi venosa profonda (TVP).

Il soleo è innervato da due rami provenienti dal nervo tibiale (S1 e S2), e viene



# Fisio Master



# Fisio Master

valutato mediante flessione plantare contro resistenza in posizione supina, ad anca e ginocchio flessi.



# Fisio Master



## c. AZIONE DEL TRICIPITE SURALE

Il gastrocnemio ed il soleo sono i principali flessori plantari del piede, mentre il gastrocnemio è anche un flessore del ginocchio.

Questi muscoli, in genere voluminosi e potenti, hanno un ruolo fondamentale nella deambulazione: il gastrocnemio fornisce la forza per la propulsione nel cammino, nella corsa e nel salto, mentre il soleo, facendo punto fisso sul piede, contribuisce inoltre a stabilizzare la gamba sul piede nella stazione eretta. Questo ruolo posturale è anche suggerito dall'alto contenuto di fibre muscolari lente, di tipo I, resistenti alla fatica. Dato che l'articolazione della caviglia non è messa in tensione nella stazione eretta e che la verticale del centro di gravità del corpo passa davanti a tale articolazione, è richiesto che una notevole forza agisca dietro l'articolazione per mantenere la stabilità, e l'esame elettromiografico dimostra che questa forza è fornita proprio, principalmente, dal soleo: infatti, durante la stazione eretta il soleo è continuamente attivo, mentre il gastrocnemio si attiva ad intermittenza.

## d. IL TENDINE D'ACHILLE

Il tendine d'Achille è il tendine più spesso e robusto del corpo umano. È lungo circa 15cm, inizia all'incirca a metà del polpaccio e si arrotonda gradualmente fino a circa 4cm sopra il calcagno: da qui si espande per inserirsi sul punto medio della faccia posteriore del calcagno. Le fibre del tendine non sono rigorosamente verticali, bensì mostrano un grado variabile di spiralizzazione in senso laterale





# Fisio Master

fino, circa, a 90°: le fibre associate al muscolo gastrocnemio si inseriscono sull'osso più lateralmente, e quelle del soleo più medialmente. Questo tendine non ha una vera e propria guaina sinoviale, ma è racchiuso da un paratenone, un singolo strato di cellule di tessuto adiposo areolare.



# Fisio Master



# Fisio Master

Il tendine d'Achille decorre nel sottocute. Il nervo surale incrocia il suo margine laterale circa 10 cm sopra l'inserzione, e in questo punto è particolarmente vulnerabile al danno iatrogeno da intervento chirurgico. Distalmente si trovano delle borse, presenti in tre sedi, tutte nella regione del tallone. La più comune è una borsa retrocalcaneare, situata tra il tendine calcaneare e la faccia posteriore del calcagno, che viene compressa durante la dorsiflessione. Meno comuni sono una borsa avventizia, superficialmente al tendine calcaneare, ed una subcalcaneare, tra la faccia inferiore del calcagno e l'origine dell'aponeurosi plantare.

Una tuberosità calcaneare superolaterale particolarmente sporgente può premere sulla superficie profonda del tendine calcaneare, laddove esso si inserisce sul calcagno: si parla di Malattia di Haglund. Questa condizione è spesso associata alla presenza di una borsa retrocalcaneare la cui compressione, unita alla pressione del calcagno sull'inserzione del tendine, esacerba la sintomatologia dolorosa nella dorsiflessione.

Il ventre muscolare del flessore lungo dell'alluce è situato sotto la fascia profonda, contro la superficie anteriore del tendine calcaneare.

L'innervazione sanguigna del tendine calcaneare è piuttosto scarsa: il rifornimento arterioso più importante viene da un ramo ricorrente della tibiale posteriore, mentre un altro contributo proviene in alto da rami intramuscolari e in basso dal calcagno.

La vascolarizzazione della parte media del tendine è ancora più ridotta: si parla



# Fisio Master



# Fisio Master

di una zona di relativa avascolarità, chiamata “watershed” di 2-6cm dall’inserzione calcaneare, che è maggiormente vulnerabile ad alterazioni degenerative (tendinosi), infiammatorie (paratendiniti) e lesioni.

Durante gli interventi chirurgici, pertanto, sarà fondamentale preservare il tessuto paratendineo.



# Fisio Master



# Fisio Master

Poiché il tendine calcaneare non è l'unico tramite per la flessione plantare, ricordiamo che la sua rottura può non essere sempre clinicamente palese.

## e. IL NERVO TIBIALE

Il nervo tibiale, ramo maggiore del nervo ischiatico, comprende fibre provenienti dai rami ventrali di L4-L5 e da S1-S2-S3, discende nella parte posteriore della coscia e nella fossa poplitea fino al margine distale del muscolo popliteo, poi passa anteriormente all'arco del soleo insieme all'arteria poplitea e prosegue nella gamba. Nella coscia è coperto, prossimalmente, dai muscoli femorali posteriori, ma diventa sempre più superficiale nella fossa poplitea, dove è laterale ai vasi poplitei. A livello del ginocchio, il nervo tibiale diventa superficiale ai vasi poplitei e passa sul lato mediale dell'arteria. Nella parte inferiore della fossa poplitea è coperto dall'unione dei due capi del gastrocnemio. Nella gamba, il nervo tibiale discende insieme ai vasi tibiali posteriori per portarsi tra il tallone e il malleolo mediale. Prossimalmente si trova al di sotto di soleo e gastrocnemio, ma nel suo terzo distale è coperto solo da cute e fasce, talvolta con la sovrapposizione del flessore lungo dell'alluce. All'inizio è mediale rispetto ai vasi tibiali posteriori, poi vi passa dietro, lateralmente, scendendo verso la sua biforcazione.

Si adagia sul muscolo tibiale posteriore per la maggior parte del percorso, tranne che distalmente, dove aderisce alla fascia posteriore della tibia. Il nervo tibiale termina sotto il retinacolo dei flessori, dividendosi nei nervi plantari mediale e



# Fisio Master



# Fisio Master

laterale.

Rami del nervo tibiale sono i nervi articolari, muscolari, surale, calcaneare mediale e plantari mediale e laterale.

I rami per l'articolazione del ginocchio accompagnano le arterie superiore, inferiore mediale e media del ginocchio.



# Fisio Master



# Fisio Master

Formano un plesso con un ramo proveniente dal nervo otturatore, e innervano il legamento popliteo obliquo. I rami che accompagnano le arterie superiore e inferiore del ginocchio innervano anche la parte mediale della capsula. Poco prima della sua biforcazione il nervo tibiale innerva anche l'articolazione della caviglia.

I rami muscolari prossimali originano tra i capi del gastrocnemio, e lo innervano assieme al muscolo plantare, al soleo ed al popliteo. Il nervo per il soleo entra nel muscolo sulla sua faccia superficiale. Il ramo per il popliteo discende obliquamente, incrociando i vasi poplitei e girando intorno al margine distale del muscolo per raggiungere la sua superficie anteriore; innerva anche il muscolo tibiale posteriore, l'articolazione tibiofibulare prossimale e la tibia, dando origine anche ad un ramo interosseo che discende lungo la fibula per raggiungere l'articolazione tibiofibulare distale.

I rami muscolari originati nella gamba innervano, individualmente o attraverso un tronco comune, il soleo, che viene raggiunto sulla sua superficie profonda, e quindi il tibiale posteriore, il flessore lungo delle dita ed il flessore lungo dell'alluce. Il ramo per quest'ultimo muscolo accompagna i vasi peronei.

Il nervo surale discende tra i capi del gastrocnemio, perfora la fascia profonda nella parte prossimale della gamba e si unisce, ad un'altezza variabile, con il ramo comunicante surale del nervo peroneo comune. Il nervo surale discende lateralmente al tendine calcaneare, vicino alla vena piccola safena, e raggiunge la regione tra il malleolo laterale ed il calcagno, dove innerva la cute del terzo



# Fisio Master



# Fisio Master

inferiore posterolaterale della gamba. Passa poi distalmente al malleolo laterale, lungo la parte laterale del piede e del quinto dito, innervando la cute sovrastante. Si collega con il nervo cutaneo femorale posteriore nella gamba e con il nervo peroneo superficiale sul dorso del piede.



# Fisio Master



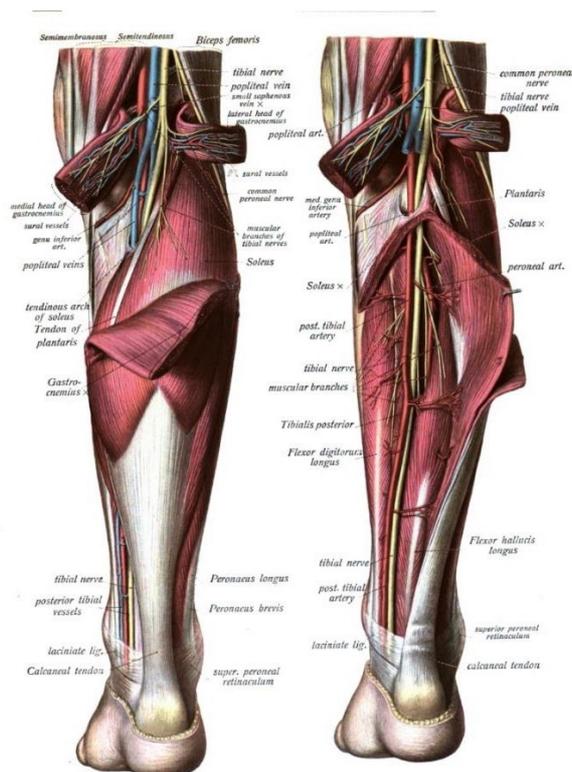
# Fisio Master

In superficie, il suo decorso a livello della caviglia è rappresentato da una linea parallela al tendine calcaneare, posta a metà strada tra il tendine ed il malleolo laterale: la sua posizione è, peraltro, visibile, ed il nervo è a rischio di lesione in caso di intervento chirurgico.

A somiglianza del nervo radiale nel polso, il nervo surale tende a formare neurinomi dolorosi in caso di lesione. Il surale è spesso utilizzato per i trapianti autologhi, poiché è facile da asportare ed identificare ed è esclusivamente sensitivo.

Il nervo tibiale, come già detto, è vulnerabile in caso di lesione diretta alla fossa poplitea, laddove è superficiale ai vasi del ginocchio. Può essere danneggiato nella sindrome del compartimento flessore profondo del polpaccio o può essere intrappolato sotto al retinacolo dei flessori della caviglia, dando origine alla sindrome del tunnel tarsale.

*Fig. 1. Anatomia della parte posteriore della gamba.*



# F

# ster



## III. BIOMECCANICA <sup>1,19,20</sup>

Per comprendere a fondo la biomeccanica del tendine d'Achille ed il suo ruolo nel movimento dell'arto inferiore è importante conoscere a fondo lo schema del passo. Questo si divide principalmente in due fasi maggiori: la fase di stance, o di appoggio, e la fase di swing, o di volo.

La fase di stance viene poi ulteriormente suddivisa in tre fasi minori: la loading respond, o fase di contatto ed adattamento al carico, la midstance e la fase propulsiva.

La fase di loading respond, o di contatto, ha inizio quando il tallone viene a contatto con il piano d'appoggio, ed è caratterizzata da una triplice flessione: si ha una dorsiflessione a livello della caviglia, una lieve flessione a livello del ginocchio ed una lieve flessione a livello dell'anca. Questa sottofase termina quando il piede viene completamente a contatto col suolo: ha inizio la fase di midstance. Qui si ha ancora una dorsiflessione a livello della caviglia, data dall'avanzamento tibiale, ed un'estensione a livello di ginocchio e di anca. Quando si verifica il sollevamento del tallone da terra (heel-off) ha inizio la fase di propulsione, che termina dopo il sollevamento delle dita (toe-off) e quindi in corrispondenza dell'inizio della fase di swing. Anche la fase di swing viene suddivisa in sottofasi: abbiamo così la fase di forward swing, in cui il piede avanza in volo, e la fase di discesa, in cui il piede procede verso il contatto col suolo. Nel primo momento, anca e ginocchio sono flessi, e a livello della caviglia





# Fisio Master

abbiamo una dorsiflessione, che impedisce l'impatto dell'avampiede contro il suolo. Nel secondo momento, inizia un movimento di estensione a livello di anca e ginocchio, e viene mantenuta la dorsiflessione della caviglia.



# Fisio Master



# Fisio Master

Il tricipite surale, in qualità di principale flessore plantare della caviglia, costituisce l'unità muscolotendinea principalmente coinvolta nella propulsione, quindi nella terza sottofase dello stance.

In questo momento, la tensione muscolare a livello del tendine d'Achille è stimata attorno al 250% del peso corporeo.

L'analisi biomeccanica ha dimostrato che tale tensione, durante la corsa ad esempio, può arrivare a misurare dalle 6 alle 8 volte il peso corporeo, avvicinandosi al limite massimo che questo robusto tendine può sopportare senza andare incontro a lesioni. Inoltre, il tendine achilleo può essere anche sottoposto a forze secondarie al movimento subtalare, per via della sua inserzione calcaneare. Queste forze sono maggiormente apprezzabili nei corridori cosiddetti "pronatori" e nei pazienti con piede cavo o iperpronato.

Queste caratteristiche comportano un aumento del rischio di rottura del tendine calcaneare, sia perché lo sottopongono ad ulteriori forze, sia perché queste alterazioni posturali riducono la capacità del tendine di attutire gli impatti e di assorbire lo shock. Il tricipite surale, però, svolge un'importante azione anche nella midstance. In questo momento, il piede tende a pronare leggermente. La pronazione porta alla generazione di una forza in rotazione interna sulla tibia, e ad un'attivazione, appunto, del muscolo tricipite surale. La sua attivazione comporta una tensione, che risulta in una flessione plantare e un generale momento di lieve inversione. Con il piede in pronazione ed il ginocchio esteso, si ha un aumento dello stress a livello del tendine d'Achille, diretto verso la sua



# Fisio Master



# Fisio Master

inserzione distale. Questo spiega molte tendinopatie, specialmente, appunto, laddove il paziente ha una maggiore tendenza alla pronazione. Il tendine calcaneare è fondamentale anche nella fase di un atterraggio dopo un salto, poiché in questo momento il piede esegue una violenta flessione plantare: questo, infatti, produce un effetto di ritorno elastico, andando ad assorbire ed



# Fisio Master

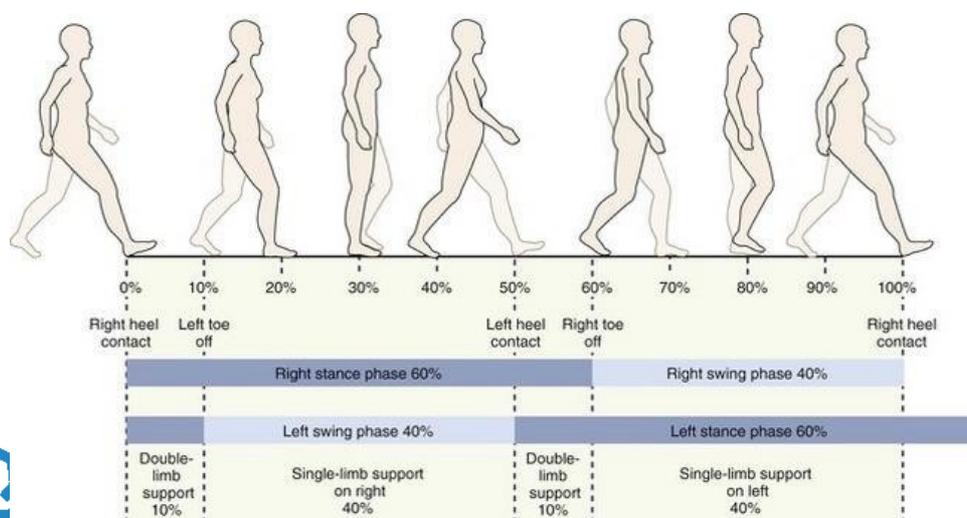


# Fisio Master

ammortizzare l'impatto. Questa capacità fondamentale è ridotta nel caso di piede cavo o iperpronato, dove il disallineamento delle diverse parti anatomiche porta ad un malfunzionamento di questo meccanismo di ammortizzazione. In questi casi, infatti, il tendine va più facilmente incontro a rottura.

Infine, il tendine calcaneare è importante anche nella statica: se il gastrocnemio, infatti, è principalmente coinvolto nei movimenti di flessione del ginocchio e plantiflessione della caviglia, il soleo ha, invece, anche un ruolo posturale.

Nella posizione eretta in statica, infatti, sul piano sagittale, il peso corporeo agisce lungo una linea che passa qualche centimetro davanti all'articolazione tibiotarsica, esercitando un momento di forza che deve essere bilanciato dai muscoli flessori plantari, e, in particolare, proprio dal soleo. Appare probabile che a lavorare siano principalmente le fibre di tipo I, quelle lente, che riescono a mantenere la tensione in maniera più economica rispetto alle fibre rapide, a parità di condizioni. Il soleo è formato proprio da fibre lente, per la maggior parte, al contrario del gastrocnemio che ne contiene circa il 50%.



# FISIO Master



# Fisio Master

*Fig. 2: schema del passo.*



# Fisio Master



# Fisio Master

## IV. EPIDEMIOLOGIA E MECCANISMO LESIONALE <sup>5,8,14,15</sup>

La rottura del tendine d'Achille, come più volte accennato, è una lesione complessa, invalidante, con tempi di recupero piuttosto lunghi e che può mettere fine prematuramente alla carriera di un atleta. Si tratta di un infortunio la cui incidenza è cresciuta vistosamente negli ultimi 50 anni, per via della crescente partecipazione della popolazione alle attività sportive. Si tratta, infatti, di un infortunio che si verifica, nel 68% dei casi circa, durante le attività sportive. Ad oggi, l'incidenza è di circa 18/100.000 persone ogni anno.

Questo tipo di infortunio si verifica prevalentemente negli uomini (che costituiscono l'84% dei casi), tra i 30 ed i 50 anni, e le rotture complete si verificano prevalentemente nei cosiddetti "sportivi occasionali", poiché conducono una vita prevalentemente sedentaria combinata con attività fisica per cui hanno una scarsa preparazione atletica. Gli atleti professionisti invece vanno più spesso incontro a lesioni parziali, anche se si possono verificare anche rotture complete. Si vedano, come casi celebri, Zanetti, Beckham, De Boer, Andreolli per il calcio, Kobe Bryant per il basket, Vanessa Ferrari per la ginnastica artistica.

Le rotture del tendine d'Achille si verificano prevalentemente, come già detto, durante l'attività sportiva e, in particolare nel calcio, nel basket, nel tennis, nell'atletica leggera, ma anche nel football, nel badminton e nella ginnastica artistica. Corsa, sprint, salti ed in generale contrazioni pliometriche possono esporre, infatti, a questo tipo di infortunio, ma vi sono molti altri fattori di rischio,



# Fisio Master



# Fisio Master

come l'uso di corticosteroidi, il piede cavo o iperpronato, l'età avanzata. Degni di nota sono, inoltre, i fattori di rischio sport-specifici, che possiamo suddividere in rischi tipici degli sport "aerei" (es. ginnastica artistica), e degli sport "a terra" (es. atletica leggera, calcio, basket, tennis, football).



# Fisio Master



# Fisio Master

---

## Rischi associati agli sport “aerei”.

---

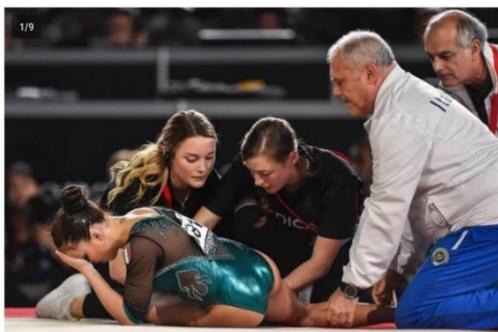
Superfici di atterraggio	Negli sport che prevedono importanti salti, questi vengono eseguiti spesso atterrando su piattaforme particolari, dalla leggera imbottitura, così da attutire l’impatto. Questo però causa una riduzione della stabilità della caviglia nell’atterraggio e può rappresentare un rischio di infortunio.
Periodo pre-season	Nel periodo pre-gara, specialmente in sport come la ginnastica, vengono provate ripetutamente nuove abilità, come nuovi salti, da inserire in gara. Questo, unito allo stress e all’affaticamento dell’atleta, può aumentare il rischio di infortuni.
Competizione	Nella ginnastica, abilità e salti più difficili comportano un punteggio in gara più alto. Ovviamente, però, aumentano il rischio di infortuni.
Tecnica	Durante i salti, nella ginnastica, la tecnica corretta prevede di mantenere la plantiflessione della caviglia per tutto il tempo in volo. Questo comporta, al momento dell’atterraggio, una rapida e violenta dorsiflessione, che può esporre il tendine d’Achille a traumi e lesioni.

Assenza di calzature per attutire l’impatto

Ansia, stress e mancanza di concentrazione da stanchezza.

---

**Dramma per Vanessa Ferrari, cerca l'oro ma si rompe il tendine d'Achille**



# Fisio Master



# Fisio Master

*Fig. 3. Titolo di giornale sull'infortunio di Vanessa Ferrari, ginnasta italiana*



# Fisio Master



# Fisio Master

---

## Rischi associati agli sport “a terra”.

---

Movimenti ripetuti ed “overuse”

Durante la corsa, ad esempio, il carico sul tendine d’Achille arriva a picchi che raggiungono il 600/800% il peso corporeo, avvicinandosi pericolosamente al limite massimo di sopportazione del tendine. Si creano così ripetuti microtraumi e si può andare incontro a degenerazione da “overuse”.

Calzature

Queste sono in genere poco flessibili, o dotate di tacco troppo basso. Questo espone ad un maggior rischio di infortuni.

Terreni irregolari o scoscesi

Training intenso

Aumenti improvvisi di allenamento in vista di gare

Fatigue

Mancanza di stretching

---

Zanetti tradito dal tendine d’Achille: de  
prossimi due mesi



**ATLETICA, HOWE KO: ROTTURA DEL TENDINE  
D’ACHILLE**

2011-07-28 07:54:28

Tendine d’Achille rotto per Kobe Bryant. Stagione, forse carriera, finita

**Juventus: Caceres,  
confermata la lesione al  
tendine d’Achille**



# Fisio Master



# Fisio Master

*Fig. 4: Zanetti, calciatore, dopo infortunio del tendine d'Achille*

*Fig.5-1; 5-2; 5-3: Titoli di giornale su infortuni del tendine d'Achille tra sportivi professionisti*



# Fisio Master



# Fisio Master

Secondo Arner e Lindholm, i meccanismi di lesione del tendine d'Achille si dividono principalmente in 3 categorie:

- Nel 53% dei casi, il meccanismo lesionale è da attribuirsi ad attività pliometriche esplosive, quando si ha il ginocchio in estensione e la caviglia in plantiflessione in fase di push-off. È il caso degli sport che prevedono sprint o salti;
- nel 17% è dovuto ad un'improvvisa ed inaspettata dorsiflessione della caviglia, ad esempio in una caduta dalle scale;
- Nel 10% dei casi è dovuto ad una violenta dorsiflessione su una caviglia in plantiflessione, come in una caduta verticale.
- 

La forza applicata al tendine, durante questi eventi, può raggiungere i 2233 Newton, andando dalle 6 alle 12 volte il peso corporeo. Questi valori si avvicinano pericolosamente al limite massimo che il tendine può sopportare, e pertanto espongono enormemente al rischio di una sua rottura.

Se, inoltre, vi è di base una situazione di degenerazione tissutale, sintomatica o meno, la rottura diventa non solo possibile, ma molto probabile. Ovviamente perciò, un altro fattore di rischio è l'età: con l'avanzare del tempo, i tessuti vanno inevitabilmente incontro a cambiamenti, come la riduzione dell'afflusso sanguigno, della forza tensile del collagene, l'aumento della rigidità dell'articolazione e di conseguenza la riduzione della capacità di sopportare stress, specialmente se ripetuti.



# Fisio Master



# Fisio Master

La lesione è generalmente unilaterale e si verifica, nell'85% dei casi, in una particolare zona del tendine, detta zona "watershed", scarsamente vascolarizzata, situata tra i 2 e i 6 cm dall'inserzione calcaneare.



# Fisio Master



# Fisio Master

Le rotture del tendine d'Achille possono essere distinte

- In base all'entità della lesione: totali (oggetto della presente tesi) o parziali;
- In base all'eziologia: acute (traumatiche, oggetto della presente tesi) o croniche (da degenerazione tissutale).

Proprio per comprendere meglio questa seconda classificazione, sono nate due "teorie" circa la rottura del tendine d'Achille:

1. Teoria meccanica: si basa sul presupposto che un tendine d'Achille sano, senza modifiche da degenerazione tissutale, possa andare incontro a rottura se sottoposto a particolari stress meccanici. Questi possono essere dati, ad esempio, da una forza massimale con direzione obliqua a livello del tendine, oppure distribuita in modo asimmetrico.

Queste condizioni possono verificarsi più frequentemente nel caso di azioni scoordinate, terreni scoscesi o irregolari e in presenza di deficit propriocettivi.

2. Teoria degenerativa: si basa sul presupposto che numerosi e ripetuti microtraumi a livello del tendine lo portino ad indebolimenti e modifiche strutturali, che lo predispongono a rottura spontanea. Una delle modifiche riscontrate, ad esempio, sta nel fatto che le fibre collagene di tipo III vengano sostituite da quelle di tipo I, che sono estremamente meno resistenti.



# Fisio Master



# Fisio Master

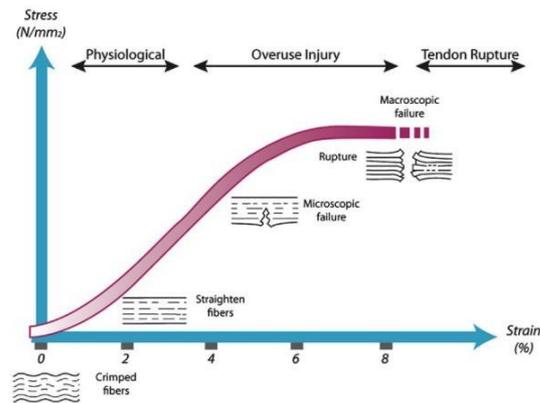


Fig. 6: Principio alla base della teoria degenerativa per la rottura del tendine d'Achille.<sup>21</sup>



# Fisio Master



# Fisio Master

Anche l'uso di steroidi può aumentare sensibilmente il rischio di rottura del tendine d'Achille. Queste sostanze, infatti, possono causare displasia delle fibrille di collagene, riducendone quindi la resistenza. Un tendine sano, generalmente, non viene danneggiato da iniezioni intratendinee di steroidi, al contrario di un tendine già danneggiato o con degenerazioni tissutali. La somministrazione sistemica è, invece, ampiamente correlata alla rottura del tendine calcaneare in ogni caso. Inoltre, l'effetto analgesico dei corticosteroidi può indurre l'atleta a mantenere il suo livello di attività, ignorando il danneggiamento del tendine ed impedendone un corretto recupero. Infine, i corticosteroidi possono interferire con la guarigione del tendine. Per tutte queste ragioni, si consiglia di interrompere l'attività fisica per circa 2 settimane dopo un'iniezione o somministrazione di corticosteroidi.



# Fisio Master



## V. DIAGNOSI<sup>39</sup>

La diagnosi di rottura acuta di tendine d'Achille inizia con una corretta anamnesi.

Il paziente tipo è un uomo, in genere tra i 30 ed i 50 anni, che pratica sport in cui sono presenti movimenti bruschi di start-stop, corsa, salti o in generale, come già detto, contrazioni pliometriche. Il paziente è dolorante, riferisce di aver avvertito un dolore improvviso in seguito ad un evento ben riconosciuto, la sensazione di aver ricevuto un calcio sul tallone o uno schiocco a livello del tendine. Spesso non è in grado di caricare il peso sul piede infortunato, di deambulare, di salire le scale. All'ispezione si notano gonfiore, perdita di plantiflessione, talvolta atrofia del tricipite surale, perdita di definizione del tendine d'Achille, mentre alla palpazione si può avvertire (a meno che non vi sia un gonfiore particolarmente importante) un gap, generalmente tra i 2 ed i 6 cm dall'inserzione calcaneare. In seguito, vengono effettuati dei test clinici. Ve ne sono di diversi, ma quelli che, secondo gli studi, risultano essere più sensibili sono il Thompson (fig. 7; sensibilità: 0,96) e il Matles (fig. 8; sensibilità: 0,88).

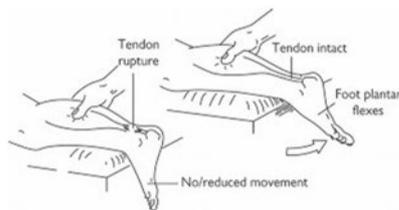


Fig. 7: Thompson Test.



Fig.8: Matles Test



Thompson: pzt prono, caviglie al di fuori del bordo del lettino. L'operatore stringe il polpaccio del pzt all'altezza di metà gamba. L'assenza di una lieve e fisiologica risposta in plantiflessione suggerisce una lesione del tendine d'Achille.

Matles: il paziente, da posizione prona, esegue una flessione delle ginocchia fino a 90°. Al termine del movimento, una caduta del piede in flessione dorsale suggerisce una lesione del tendine d'Achille.





# Fisio Master

In alcuni pazienti, diagnosticare con precisione una rottura completa ricorrendo solamente all'esame clinico risulta difficoltoso, in quanto il tendine può essere nascosto dietro ad un ampio ematoma. Anche le rotture parziali possono essere difficili da diagnosticare: se perciò, dopo l'esame clinico, permangono dubbi sulla diagnosi, si ricorre agli esami di imaging.

*Fig. 9: Evidente rottura del tendine d'Achille sinistro.*



Quelli più utilizzati sono:

- Ecografia: poco costosa, veloce, permette un esame dinamico, ma ha lo svantaggio di essere un esame operatore-dipendente.
- RM: relativamente costosa, ma estremamente efficace nel riconoscimento di lesioni incomplete e di varie modificazioni degenerative e croniche. In T1 (Fig. 10A), la rottura del tendine si apprezza in maniera evidente come un'interruzione del segnale. In T2 (Fig. 10B) si ha, invece, una iperintensità in corrispondenza dell'edema e dell'emorragia.

*Fig. 10: RM tendine d'Achille. <sup>39</sup>*





## VI. ROTTURA COMPLETA DEL TENDINE D'ACHILLE: TRATTAMENTO<sup>17,18,21,25,48,49</sup>

Il primo a parlare di rottura del tendine d'Achille fu Ippocrate, che disse che “questo tendine, se lesionato o rotto, causa febbre acuta, provoca soffocamento, delirio, e porta alla morte”. Oggi, fortunatamente, la prognosi è molto diversa, ma c'è ancora un acceso dibattito su quale sia il trattamento migliore per una rottura di questo forte e robusto tendine.

Nel 1575, Ambrose-Pare fu il primo a descrivere il trattamento di una rottura del tendine calcaneare, utilizzando dei bendaggi: era il primo tipo di trattamento conservativo. Non si parlò di trattamento chirurgico prima del 20° secolo, dopo che, negli anni '20, furono effettuati degli studi che ne riportavano gli ottimi risultati. Nonostante ciò, però, la chirurgia rimase infrequente, con solo 31 casi riportati nel Massachusetts tra il 1900 e il 1954. Acquistò popolarità lentamente, ma decisamente, fino ad un nuovo arresto, che avvenne negli anni '70, quando uno studio di Lea e Smith riportò l'efficacia del trattamento con immobilizzazione in gesso, con un tasso di recidive dell'11%. Si disse che “alla luce degli eccellenti risultati ottenuti con il trattamento conservativo, non è chiaro se il trattamento chirurgico possa essere ancora giustificato”. Altri studi valutarono le complicanze del trattamento chirurgico ed il rischio di infezioni, ancora una volta confermando la validità del trattamento conservativo. Tuttavia, le ricerche sul trattamento chirurgico continuarono ad avanzare, le tecniche migliorarono e i rischi diminuirono sensibilmente. Al giorno d'oggi, è evidente che il trattamento conservativo possa portare ad una buona guarigione, ma è spesso associato ad un deficit di forza del tricipite surale e ad un rischio di recidive molto alto, che può raggiungere il 39% (Doral et Al. 2010) e che quindi, specialmente per uno sportivo, risulta inaccettabile.



# Fisio Master

Il trattamento chirurgico è, ad oggi quindi, quello più indicato negli sportivi, anche perché associato ad un più frequente ritorno alle attività atletiche rispetto al conservativo (71% vs 63%, Brotzman), ad un recupero più rapido (59gg vs 108gg, Metz et al. 2008) e ad una maggior forza nella flessione plantare (87% vs 78%, Heckman et al. 2009). Una delle tecniche chirurgiche esistenti è quella di open surgery, a cielo aperto, che però comporta i classici rischi da intervento chirurgico, come le infezioni, la formazione di adesioni, le conseguenti limitazioni funzionali, dolore, rischio di lesione del nervo surale ecc. I rischi di complicanze in open surgery possono raggiungere il 20,7% contro il 9,6% del trattamento conservativo (Wong et al, 2002) I vantaggi della tecnica conservativa e di quella chirurgica in open possono, però, essere combinati grazie alle tecniche chirurgiche mini-invasive, come la cosiddetta tecnica mini-open o quella per via percutanea, tecniche che promettono un recupero più rapido, meno doloroso, ed un tasso di rischi minore. Gli svantaggi sono, in questo caso, prevalentemente legati al rischio di lesione del nervo surale e alla visione indiretta o ridotta dell'operazione. Anche a quest'ultimo aspetto negativo, tuttavia, si può ovviare, grazie all'aiuto dell'endoscopia, che può essere utilizzata nella tecnica di ricostruzione per via percutanea. Questa tecnica, così effettuata, sta prendendo piede velocemente, grazie ai numerosi vantaggi e ai bassi rischi. Il dibattito su quale sia il trattamento migliore è ancora acceso. Numerosi sono gli studi comparativi, e la ricerca continua a fare passi avanti, sia per quanto riguarda il trattamento conservativo, sia per quanto riguarda le tecniche chirurgiche, più sicure e meno invasive. Vedremo ora, nel dettaglio, i diversi tipi di



trattamento per la rottura completa del tendine d'Achille.

*Fig. 11: Rottura completa del tendine d'Achille.*



## a. TRATTAMENTO CONSERVATIVO <sup>2,7,22,23,24,47</sup>

Lo scopo del trattamento conservativo è quello di portare il tendine a guarigione mantenendo il contatto tra le due estremità della lesione. Il trattamento conservativo per le rotture complete del tendine di Achille è di solito riservato ai pazienti anziani, con malattie croniche, con controindicazioni parziali all'operazione e/o ai pazienti con basse richieste funzionali.

I protocolli utilizzati sono numerosi, ma il punto chiave consiste nell'immobilizzazione, che inizialmente avveniva sempre tramite gesso. In questo caso, l'arto inferiore viene immobilizzato in assenza di tumefazione con la caviglia in equinismo cosiddetto gravitativo, ossia a 30° di plantiflessione, utilizzando una ginocchiera (Fig. 12, con il ginocchio flesso a 45°), in modo da limitare l'attivazione del gastrocnemio, o uno stivaletto gessato (Fig.13). Non vi sono studi sufficienti a sostenere quale dei due metodi sia migliore, né c'è un consenso unanime al riguardo da parte dei medici, ma secondo uno studio di Trickett et al. (2011), la posizione del ginocchio non influenzerebbe il gap tra le due estremità della lesione del tendine achilleo.

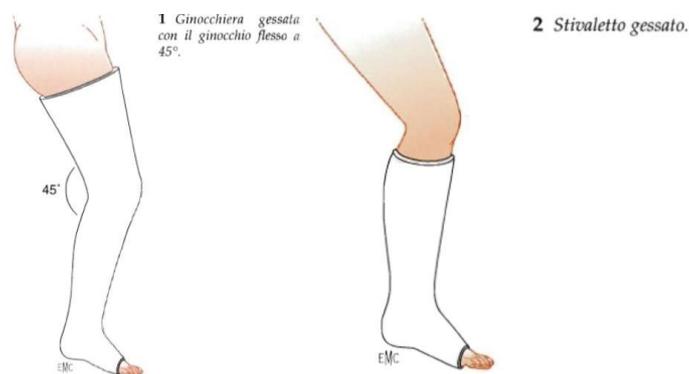


Fig.12: Trattamento conservativo con ginocchiera gessata.<sup>24</sup>

Fig. 13: trattamento conservativo con stivaletto gessato.<sup>24</sup>



# Fisio Master

Il paziente può deambulare con stampelle, senza però caricare, inizialmente sul lato infortunato. Per i pazienti con storia pregressa di disturbi della coagulazione, si dovrebbe prendere in considerazione la somministrazione di anticoagulanti.

Dopo 2/3 settimane, il gesso viene sostituito da uno stivaletto gessato con la caviglia immobilizzata a circa 15° di plantiflessione, ed il carico, seppur parziale, è consentito.

Gradualmente si riporta la caviglia in posizione neutra, sostituendo il gesso ogni 2 settimane. È importante immobilizzare la caviglia al giusto grado di dorsiflessione e procedere per gradi, poiché altrimenti si può incorrere in un allungamento del tendine. Il periodo complessivo di immobilizzazione dovrebbe durare dalle 8 alle 12 settimane, a seconda del protocollo utilizzato. Ve ne sono, infatti, di numerosi, e non vi è ancora un parere unanime su quale sia il migliore.

Una volta rimosso il gesso, si inizia un programma di riabilitazione. Si consiglia di utilizzare un sostegno di 2 cm per il tallone per 1-2 mesi, al fine di ridurre il rischio di allungamento del tendine. Si dà inizio a esercizi attivi per il ROM in scarico e allo stretching passivo con il tubolare elastico. A 10-12 settimane il rialzo viene ridotto a 1 cm; nell'arco del mese successivo viene ulteriormente ridotto in modo che, in 3 mesi, il paziente possa ritornare a camminare senza rialzo. A 8-10 settimane, inoltre, dà inizio agli esercizi contro resistenza progressiva per il rinforzo della muscolatura del polpaccio. Si può tornare a correre dopo circa 4-6 mesi, se la forza dell'arto inferiore infortunato è pari almeno al 70% del lato sano. La potenza massima nella flessione plantare può, però, rimanere deficitaria per 12 mesi o più. Il test di forza viene effettuato a 6 mesi dall'infortunio e vengono gradualmente reinserite attività fisiche leggere, come camminate e jogging leggero. Le attività sportive intense e caratterizzate da accelerazioni improvvise e salti sono invece sconsigliate fino alla guarigione completa (6- 12 mesi).



# Fisio Master

I rischi di un'immobilizzazione prolungata, però, sono diversi, come ad esempio l'atrofia del muscolo tricipite surale. Se il gastrocnemio è un muscolo biarticolare e quindi, in un'ingessatura al di sotto del ginocchio, questo rimane attivo, il soleo è invece particolarmente suscettibile all'immobilizzazione, e può incorrere così facilmente in atrofia e deficit di forza importanti.

Per queste ragioni, la ricerca, per quanto riguarda il trattamento conservativo, si sta muovendo sempre di più verso mobilizzazioni precoci e somministrazione precoce del carico, che sembrano permettere un recupero qualitativamente migliore e molto più rapido.

Alcuni studi dimostrano che il carico precoce è possibile con l'ausilio, ad esempio, di un tutore CAM walker (Fig. 14) o di Sheffield Splints (Fig. 15), senza rischi nel lungo termine. La possibilità di un carico precoce ha indubbiamente molti vantaggi rispetto al trattamento di immobilizzazione prolungata, specialmente nei pazienti anziani o fragili, in cui il trattamento conservativo tende ad essere preferito. Saleh et al. (1992) nel loro studio hanno evidenziato anche che l'utilizzo della Sheffield Splints, permettendo una mobilizzazione ed un carico completo già nella 4<sup>a</sup> settimana, comporta un migliore e più rapido recupero rispetto al trattamento con gesso. In particolare, è stato riscontrato come i pazienti trattati con Sheffield splint avevano ottenuto un ROM completo a 6 mesi dall'infortunio, mentre nei pazienti trattati con gesso permanevano deficit, specialmente in dorsiflessione, anche a 12 mesi. Studi come questo ci confermano che una mobilizzazione ed un carico precoci migliorano sensibilmente l'outcome ed i tempi di recupero, non solo non comportando maggiori rischi per il tendine in guarigione, ma anzi riducendoli.

Sono ridotti, ad esempio, i rischi legati alle lesioni da pressione che può causare un gesso applicato per un lungo tempo, alla TVP, alla formazione di adesioni, di blocchi articolari, di ipotrofia muscolare ecc.



# Fisio Master

Fig.14: Cam Walker



Fig. 15: Shiffeld Splint. <sup>47</sup>



Proprio per questo, la ricerca si sta muovendo e sta procedendo verso nuovi tutori, con risultati incoraggianti, come il Vacoped© (fig. 16). Si tratta di un tutore con una struttura portante in plastica, leggera e molto solida, dotata di una camera sottovuoto al di sotto della caviglia del paziente. All'interno di questa camera si trovano migliaia di microsferiche che si adattano alle differenti caratteristiche anatomiche e assicurano sempre il perfetto posizionamento, senza punti di pressione, del piede del paziente. La tecnologia VACO12 offre inoltre l'opzione di creazione del vuoto nella suddetta camera: ciò consente di definire e stabilizzare la forma richiesta ogni volta che si desidera. Il Vacoped© ha due modalità di utilizzo:

immobilizzazione completa o immobilizzazione parziale, con un ROM limitato all'interno del quale la caviglia può muoversi.

Il Vacoped© è regolabile, e permette di immobilizzare la caviglia da 30° di plantiflessione (PF) alla posizione neutra con intervalli di 5°, e permette circa 15° di dorsiflessione (DF), grazie allo snodo regolabile, in associazione alla suola con zeppa in dotazione.



Fig.16: Vacoped©



# Fisio Master

Il programma di utilizzo di questo innovativo tutore consiste in:

Settimana	Immobilizzazione	Carico
<2	Immobilizzazione completa con la caviglia a 30° di plantiflessione	Sfiorante
2-4	Immobilizzazione completa con la caviglia a 15° di plantiflessione	Parziale
4	Immobilizzazione completa in posizione neutra	Completo
5	Immobilizzazione parziale, per consentire un ROM tra 10° di PF e 10° di DF	Completo

Ovviamente, per quanto riguarda il carico, l'indicazione viene data dal medico ortopedico. Un altro protocollo esistente, utilizzando il VACOPED©, è quello accelerato, descritto da Thevendran et al. nel 2003.

Settimana	Trattamento accelerato	Carico
<2	Immobilizzazione con gesso	Non concesso.
2-4	Immobilizzazione completa con VACOPED©, con caviglia a 30° di plantiflessione. 24h/24	Parziale → Completo.
4-6	Immobilizzazione parziale, consentendo un ROM tra 15°-30° di plantiflessione. Il VACOPED© si può rimuovere di notte.	
6-8	Immobilizzazione parziale, consentendo un ROM tra la posizione neutra e 30° di plantiflessione	
8-10	Immobilizzazione parziale per consentire un ROM tra 10° di dorsiflessione e 10° di plantiflessione	
>12	Rimuovere il tutore e procedere utilizzando scarpe con rialzo per il tallone.	



# Fisio Master

Inoltre, le periodiche insufflazioni e svuotamenti di aria dalla camera del tutore consentirebbero un efficace metodo di prevenzione della trombosi venosa profonda, favorirebbero il drenaggio venoso e ridurrebbero il rischio di lesioni da pressione.

In conclusione, la ricerca di sta muovendo, anche in ambito conservativo, verso un trattamento precoce, che riduca i rischi e le complicanze e che sia sempre più tollerato dai pazienti, con ortesi più efficaci e confortevoli. Ad oggi ancora non vi è un consenso unanime circa il protocollo migliore o l'ortesi migliore da utilizzare, pertanto sicuramente nuovi studi in merito possono essere utili e fare chiarezza sul mondo, estremamente vasto, del trattamento post-rottura di tendine d'Achille.



## b. TRATTAMENTO CHIRURGICO A CIELO APERTO<sup>25</sup>

In letteratura sono stati descritte numerose tecniche di ricostruzione chirurgica a cielo aperto. Ne descriveremo solamente una, esposta nello studio di Miller et al. (2017), per dare un esempio e comprendere gli step fondamentali della ricostruzione a cielo aperto.

L'intervento viene generalmente effettuato una o due settimane dopo l'infortunio, dopo aver ridotto il gonfiore incoraggiando l'elevazione dell'arto ed utilizzando ortesi compressive. Durante questo periodo, la caviglia del paziente viene immobilizzata in equinismo e il carico non è permesso.

Per l'intervento si utilizza un'anestesia spinale o regionale, dopodiché si procede con l'operazione, col paziente in posizione prona e il piede al di fuori del bordo del lettino.



*Fig. 17 a 19: tecnica chirurgica a cielo aperto.<sup>25</sup>*

Viene praticata un'incisione posterolaterale, di 8-12 cm, superiormente al punto di rottura del tendine. Si presta attenzione ad evitare il nervo surale, lateralmente a questo.

L'incisione cutanea espone il paratenone, che viene inciso. I lembi cutanei vengono retratti, e viene così ad esporsi il tendine d'Achille.



# Fisio Master

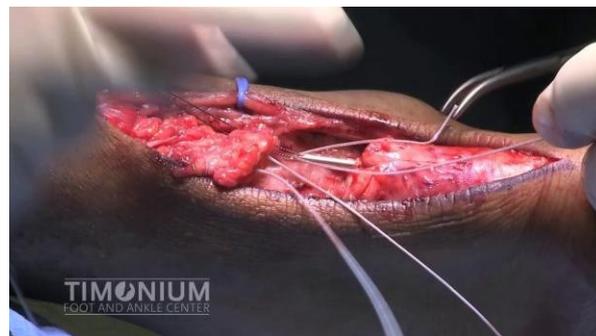
Si evidenzia il capo prossimale della lesione tendinea e lo si tira leggermente. Il divaricatore viene spostato prossimalmente, all'interno del paratenone, per rimuovere le adesioni.

Il tendine viene ricucito, utilizzando una sutura forte, non riassorbibile, applicata ad entrambe le estremità tendinee. La sutura viene effettuata in modo che i nodi si trovino anteriormente al tendine e non possano irritare la sede dell'incisione chirurgica, che si trova posteriormente.

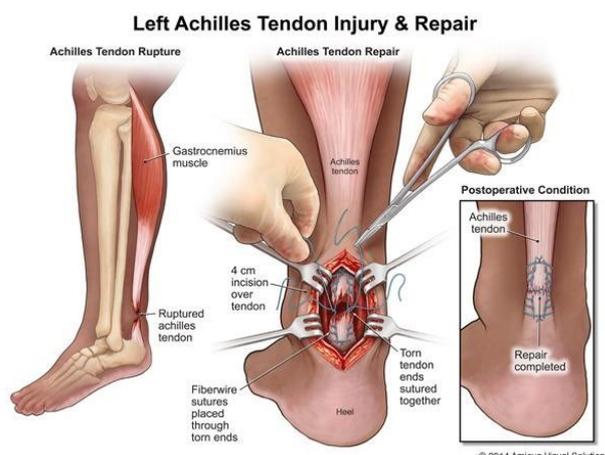
È importante applicare la corretta tensione a livello dei punti di sutura: la tensione è corretta se, una volta applicata, in posizione di riposo, la caviglia trattata si trova nella stessa posizione di quella sana e si ha un test di Thompson negativo.

Il paratenone viene suturato. Questo step è fondamentale per minimizzare le complicanze post-operatorie. Vengono suturati poi il tessuto sottocutaneo ed infine la cute.

*Fig. 20: Ricostruzione a cielo aperto*



*Fig. 21: Procedimento schematicizzato di ricostruzione a cielo aperto. Fig. 22: Cicatrice post-ricostruzione a cielo aperto.*<sup>27</sup>



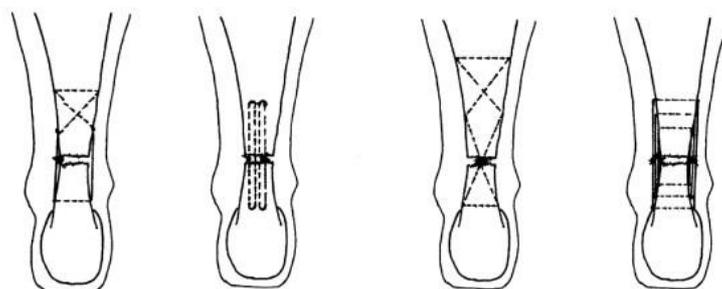


## c. TRATTAMENTO CHIRURGICO MINIMAMENTE INVASIVO

16,26,27,28,29

Il trattamento chirurgico minimamente invasivo delle lesioni acute complete del tendine di Achille fu proposto originariamente da Ma e Griffith nel 1973 mediante una sutura percutanea che si avvale di 5 o 6 piccoli accessi per il passaggio ed annodamento di una singola sutura. Lo scopo di una sutura mini-invasiva percutanea è quello di associare i vantaggi di un trattamento chirurgico, riducendo al massimo l'incidenza di complicanze locali legate all'accesso chirurgico aperto tradizionale, a quelli di un trattamento conservativo, riducendo l'incidenza delle recidive, consentendo così un recupero funzionale più rapido ed un precoce ritorno alle attività lavorative e sportive. I risultati del trattamento mini-invasivo, estesamente riportati in letteratura, riportano dati incoraggianti, con tassi di recidive inferiori al trattamento conservativo e comunque paragonabili all'incidenza riportata con le suture chirurgiche tradizionali. Si evince, inoltre, un'importante riduzione delle complicanze legate agli accessi a cielo aperto, anche se si rileva la comparsa di nuove complicanze "specifiche" come l'intrappolamento del nervo safeno nel quadrante prossimo-laterale della sutura, che può essere oggi prevenuto con alcuni accorgimenti tecnici.

### Percutaneous & Minimally Invasive Suture Techniques



Ma & Griffiths

Webb & Bannister

Carmont & Maffulli

Assal & Achillon



# Fisio Master

*Fig. 23: Diverse tecniche di ricostruzione percutanea e minimamente invasiva del tendine d'Achille*



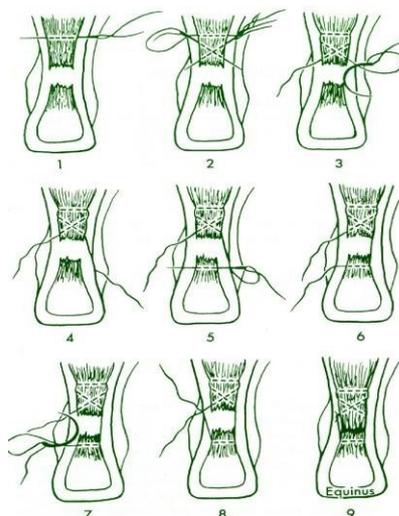
## C1) RICOSTRUZIONE CON TECNICA PERCUTANEA<sup>26,27</sup>

Per eseguire l'intervento viene effettuata un'anestesia locale e il paziente viene posto in posizione prona, con il dorso del piede a contatto col margine del letto operatorio. La lesione viene delimitata con matita dermografica in corrispondenza dei monconi apprezzabili clinicamente. Si praticano 6 piccoli accessi cutanei, 3 mediali e 3 laterali al profilo del tendine: una coppia prossimale, una coppia all'altezza della sede di lesione e infine 2 incisioni distali, in prossimità dell'inserzione calcaneare del tendine. L'incisione prossimo-laterale risulta molto vicina al decorso del nervo surale, che può essere lesionato nell' incisione stessa o dal passaggio della sutura che può intrappolarlo: è consigliabile, quindi, praticare questa incisione più medialmente. Scollato il tessuto sottocutaneo, si procede al passaggio di una sutura non riassorbibile, o riassorbibile a lungo termine e a doppio ago, nel tendine, ancorando il moncone prossimale e quello distale. Vengono poi annodate le due suture, prossimale e distale, sui due versanti, mediale e laterale. Si verificano l'accostamento ed il contatto dei monconi tendinei ed il recupero della metria dell'apparato muscolo-tendineo tricipitale e si procede con la sutura delle sei breccie cutanee.

*Fig. 24 (a sinistra): tecnica chirurgica di ricostruzione percutanea.<sup>26</sup>*

*Fig. 25 (al centro): Procedura schematizzata della tecnica percutanea*

*descritta.<sup>27</sup> Fig. 26 (a destra): Situazione cutanea post-tecnica percutanea.<sup>27</sup>*





## C2) RICOSTRUZIONE CON TECNICA PERCUTANEA IN ENDOSCOPIA<sup>28,29</sup>

Lo svantaggio principale della tecnica percutanea semplice sta nel fatto che non è consentita una visione diretta durante l'intervento, non essendo a cielo aperto. L'endoscopio va ad ovviare proprio a questo problema, permettendo una visione diretta.

L'intervento viene eseguito in anestesia locale, col paziente in posizione prona, i piedi al di fuori del bordo del lettino e la caviglia infortunata a circa 15° di plantiflessione, affinché l'endoscopio possa essere introdotto in maniera corretta attraverso due delle 8 incisioni cutanee che verranno effettuate. La comunicazione col paziente è essenziale, poiché gli verrà successivamente chiesto di effettuare alcuni movimenti, in modo da avere un immediato feedback sull'intervento eseguito. Durante la procedura viene utilizzato un laccio emostatico, che serve a valutare la vascolarizzazione del tendine e del paratenone, mentre non vi è necessità di profilassi antibiotica o antitrombotica. Prima di cominciare, vengono localizzati la sede esatta della rottura ed il gap grazie all'ausilio dell'endoscopia, che permette anche una valutazione della continuità del circostante tessuto, dello stato del paratenone e della vascolarizzazione, nonché dello stato delle estremità del tendine.

I dati acquisiti sono necessari per classificare il caso in 3 gradi:

- Grado I: minima lesione del tessuto circostante il tendine, lesione lineare del paratenone e degenerazione minima delle estremità del tendine achilleo (Fig. 27a).
- Grado II: degenerazione e marcata lesione della continuità del paratenone, degenerazione delle estremità del tendine d'Achille e segni di tendinite (Fig. 27b).



# Fisio Master

- Grado III: rottura completa del paratenone, marcata tendinosi e avanzati segni di tendinite a livello delle estremità del tendine (Fig.27c).

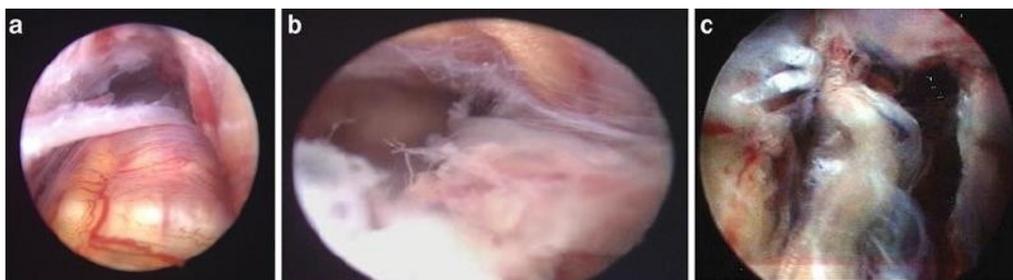
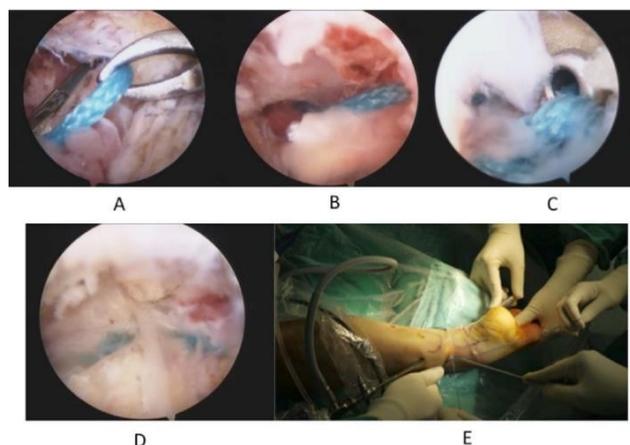


Fig. 27: Immagini endoscopiche. <sup>29</sup>

Per minimizzare il sanguinamento viene iniettata una soluzione salina, prossimalmente (a circa 5cm) e distalmente (4cm) alla rottura, nella cute, nel tessuto sottocutaneo e nel paratenone, attraverso 8 accessi: 4 prossimali e 4 distali: questi stessi accessi verranno poi utilizzati per l'intervento vero e proprio. Si procede, così, con la ricostruzione del tendine, iniziando a suturare dalla parte prossimale. Il punto di sutura viene chiuso nella parte prossimo-laterale della caviglia. La procedura viene ripetuta una o due volte, a discrezione del chirurgo. Durante l'operazione bisogna controllare che la caviglia si trovi in posizione neutra. Si effettua il controllo finale e, se necessario, si chiude il secondo punto di sutura.



Si chiudono le incisioni cutanee e, per 3 settimane, si applica un tutore che terrà la caviglia in posizione neutra.



# Fisio Master

*Fig. 28: Intervento di ricostruzione in percutanea con endoscopia<sup>29</sup>*



## C3) RICOSTRUZIONE CON TECNICA MINI-OPEN<sup>26</sup>

Gli accessi percutanei prossimali e distali sono i medesimi della tecnica percutanea di Ma e Griffith modificata. A livello della sede di lesione si pratica un'unica incisione longitudinale mediana di circa 3 cm, dissecando il sottocute ed individuando il paratenone che racchiude la lesione. L'incisione longitudinale del paratenone permette di visualizzare la sede di lesione, constatarne la completezza e di afferrare con una pinza il moncone su cui andremo a passare la sutura. Le 2 suture con filo non riassorbibile, o riassorbibile a lunga durata, con doppio ago lungo ricurvo vengono passate come nella tecnica percutanea, con la differenza che alla fuoriuscita a livello della lesione, e quindi dai monconi tendinei, questi possono essere visualizzati attraverso l'accesso "miniopen": viene verificata la corretta posizione delle suture, così come l'accostamento dei capi tendinei. Vanno attuate le dovute precauzioni che al fine di evitare la lesione o l'intrappolamento del nervo surale. L'annodamento delle suture è eseguito attraverso l'accesso alla sede della lesione, con gli estremi tagliati ed affossati all'interno del paratenone. Verificata la corretta metria, vengono suturati i soli piani cutanei dei 5 accessi, 4 percutanei ed il mediano "miniopen", evitando di suturare il paratenone.

*Figg.29-30: Tecnica chirurgica mini-open.<sup>26</sup>*





## VII. TRATTAMENTO POST-CHIRURGICO <sup>3,9,10,11,12,13,38,39</sup>

Poiché l'ambito in cui si sta analizzando la rottura completa del tendine d'Achille è quello sportivo, parleremo nello specifico del trattamento riabilitativo post-chirurgico poiché, come spiegato precedentemente, è il trattamento consigliato nell'atleta.

Il trattamento post ricostruzione del tendine d'Achille è ancora oggi molto discusso e controverso: i protocolli sono numerosi, e non c'è ancora un parere unanime su quale sia il migliore. Tradizionalmente, il trattamento consisteva in una totale immobilizzazione per circa 6-8 settimane con gesso, con la caviglia posizionata in equinismo al fine di comportare un accorciamento del tendine e per evitare danni ai punti di sutura. Seguiva, poi, un graduale ritorno alla posizione neutra nelle successive 3-4 settimane. Ulteriori studi, tuttavia, hanno dimostrato che l'immobilizzazione prolungata ha, invece, effetti negativi. Häggmark e Eriksson hanno effettuato uno studio su atleti con esito di rottura di tendine d'Achille e, a seguito di un'immobilizzazione di 6 settimane, hanno evidenziato un'importante atrofia del soleo. Neumann et al. evidenziarono deficit neuromuscolari e di forza dopo un'immobilizzazione di 9 settimane, nonché un aumento di rischi come la trombosi venosa profonda (TVP), aderenze cicatriziali, lesioni da decubito dovute al gesso, deficit propriocettivi ecc.

Dopo questi studi, perciò, la riabilitazione, anche per il trattamento post-chirurgico, ha iniziato a muoversi verso un'immobilizzazione ridotta ed una mobilizzazione precoce, anche se molti erano i dubbi, le paure di aumentare l'incidenza delle complicanze, di esporre il paziente a recidive e di compromettere la guarigione dei tessuti.



# Fisio Master

Sicuramente un presupposto fondamentale per una mobilitazione precoce è dato dalla ricostruzione chirurgica, che dovrà fornire al tendine una buona resistenza in tempi relativamente brevi, così che si possa lavorare su di esso precocemente, non solo con le mobilizzazioni, ma anche attraverso il carico.

Un carico precoce, infatti, favorirebbe un recupero più rapido delle proprietà funzionali del tendine, la stimolazione della produzione del collagene e quindi, in generale, un recupero qualitativamente migliore e più rapido (Sorrenti, 2006).

Gli obiettivi della riabilitazione sono:

- 1- Prevenzione delle complicanze e gestione del dolore
- 2- Recupero del ROM
- 3- Rinforzo muscolare
- 4- Recupero della propiocezione
- 5- Ritorno allo sport

Generalmente, il paziente viene dimesso 1-2 giorni dopo l'intervento. La riabilitazione viene iniziata immediatamente, con mobilizzazioni inizialmente passive, generalmente tra i 20° in plantiflessione (PF) e i 10° in dorsiflessione (DF), che il paziente va istruito ad effettuare autonomamente per 4-5 volte al giorno. Quando non vengono effettuati gli esercizi, viene applicato un tutore per immobilizzare la caviglia in posizione di equinismo, ed il carico, seppur parziale, è consentito, utilizzando tutore e bastoni canadesi (all'uso dei quali il paziente deve essere addestrato). Importante, in questa fase, è il protocollo PRICE: protezione, con l'apposito tutore, riposo, ghiaccio (crioterapia), e sollevamento dell'arto: si va, così, ad evitare e a prevenire un gonfiore che comporterebbe fastidio e riduzione del ROM. Può risultare utile, in questa fase, anche la terapia strumentale, ad esempio attraverso ultrasuoni ed elettrostimolazione del gastrocnemio.



# Fisio Master

È da sottolineare, comunque, che il ROM delle mobilizzazioni andrà adattato caso per caso e paziente per paziente, evitando sempre e comunque l'evocazione del dolore. È possibile anche utilizzare appositi macchinari per la mobilizzazione passiva continua, anche più volte al giorno, per la prima settimana post-intervento. Successivamente si passerà a mobilizzazioni attive assistite e poi attive, stimolando tutti i movimenti della caviglia.

Un esercizio semplice, ma efficace, può essere quello di chiedere al paziente di raccogliere una biglia o arricciare un asciugamano utilizzando le dita del piede, o di immaginare di scrivere le lettere dell'alfabeto, i numeri, o di disegnare delle forme con l'alluce, in modo da muovere il piede su tutti i piani dello spazio.

La fisioterapia includerà anche massoterapia e scollamenti nella sede dell'incisione chirurgica, in modo da prevenire retrazioni o adesioni che andrebbero a ridurre il ROM. Molto utile in tal senso si rileva il massaggio trasverso profondo, eseguito con direzione perpendicolare a quella delle fibre e della struttura interessata. Si tratta di un tipo di massoterapia che ha come scopo quello di mantenere la mobilità dei tessuti evitando la formazione di aderenze cicatriziali, tra le varie fibrille, che si svilupperanno così in modo corretto e non limiteranno la funzionalità. La massoterapia, inoltre, produce ipertermia locale, diminuendo il dolore e facendo sì che le fibre di collagene si orientino nel modo più idoneo per resistere agli stress di natura meccanica e stimolando, infine, i meccanorecettori per inibire i messaggi afferenti nocicettivi.

A meno di complicanze, si imposta il tutore in modo da ridurre gradualmente la plantiflessione della caviglia, e questa viene riportata gradualmente in posizione neutra verso la terza settimana, consentendo generalmente il carico completo.

Per quanto riguarda il recupero funzionale, ovviamente sarà fondamentale andare a valutare la forza a livello dei due arti inferiori, per valutare se sono presenti deficit.



# Fisio Master

Va da sé che l'obiettivo è il completo recupero della forza e del trofismo, a maggior ragione nello sportivo professionista, che auspica ad un ritorno allo sport che sia il migliore possibile.

Il tempo per iniziare il rinforzo muscolare dipende dall'intervento, dal paziente ed in generale dalle indicazioni dell'ortopedico. Per il rinforzo possono essere utilizzati molti esercizi, ma è opportuno iniziare con quelli isometrici, che possono essere eseguiti già nella prima settimana. Le contrazioni di questo tipo devono avvenire in tutte le direzioni e devono essere mantenute per 5-10s. Successivamente si passa alle contrazioni isotoniche, sia concentriche che eccentriche, con difficoltà e resistenze crescenti.

Molto utili possono essere le bande elastiche, specialmente per enfatizzare la fase eccentrica dei movimenti, o pesi/cavigliere ecc.

Un esercizio molto utile è il sollevamento dei talloni (heel-raise), che può essere eseguito dal paziente in posizione seduta (in questo caso recluteremo maggiormente il soleo) e poi in stazione eretta su uno step. Si può chiedere al paziente di sollevare i talloni in un tempo, per poi ritornare nella posizione iniziale lentamente, in tre o quattro tempi. Così facendo si pone l'accento sulla fase eccentrica, che si è dimostrata molto utile sia nel rinforzo sia nel trattamento del dolore. Inizialmente si fornirà al paziente un sostegno, mentre nelle fasi più avanzate questo esercizio può essere eseguito senza sostegno, a piedi uniti per ridurre la base d'appoggio, e successivamente anche in appoggio monopodalico, per lavorare anche sull'equilibrio. Importante per una corretta riabilitazione e mantenimento sarà anche lo stretching, tanto del tricipite surale quanto di tutta la catena cinetica posteriore, al fine di recuperare e mantenere una corretta lunghezza muscolare, importante per evitare infortuni.

La riabilitazione propriocettiva ha un ruolo fondamentale nel trattamento delle



# Fisio Master

lesioni del tendine d'Achille, come vedremo nello specifico capitolo: uno studio



# Fisio Master

(Kaya et al. 2012) ha, infatti, evidenziato un deficit propriocettivo a livello della caviglia nei pazienti con esito di ricostruzione di tendine calcaneare, anche dopo un anno dall'intervento. Questo studio suggerisce che il recupero della propriocezione per questa lesione può richiedere molto tempo, e pertanto sarà fondamentale iniziare il programma di training neuromuscolare, con esercizi di equilibrio e di propriocezione, quanto prima. Una corretta propriocezione contribuisce in maniera significativa alla stabilità articolare e alla prevenzione delle recidive, nonché ad un più rapido recupero, ed è pertanto parte fondamentale della riabilitazione. Per questa parte, si rimanda al capitolo successivo. Numerosi sono i protocolli esistenti per esiti di ricostruzione chirurgica del tendine d'Achille, come accennato precedentemente, anche se si nota l'assenza di trial in doppio cieco per valutare quale effettivamente sia il migliore. Un protocollo estremamente utilizzato è quello descritto da Doral et al. (2009), che schematizza quanto detto precedentemente:

---

## Settimana

---

- |      |   |
|------|---|
| <3   | <ul style="list-style-type: none"><li>- PRICE</li><li>- Elettrostimolazione, ultrasuoni</li><li>- Mobilizzazioni passive tra 20° PF e 10° DF</li><li>- Contrazioni isometriche (da inserire gradualmente)</li><li>- Valutazione del medico ortopedico per le indicazioni al carico</li></ul>                        |
| 3-6  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Flesso-estensione attiva di dita e caviglia</li><li>- Flesso-estensione attiva del ginocchio</li><li>- Estensione attiva dell'anca da posizione prona</li><li>- Esercizi neuromuscolari</li></ul>   |
| 6-12 | <ul style="list-style-type: none"><li>- Flesso-estensione attiva della caviglia: graduale introduzione di resistenze (es. TheraBand™)</li><li>- Eversione ed inversione attive</li><li>- Stazione eretta sulle punte / sui talloni</li><li>- Es. di equilibrio e propriocezione</li><li>- Squat e affondi</li></ul> |



# Fisio Master

>12 Jogging, running, salti, esercizi sport-specifici, recupero del gesto atletico e graduale ritorno allo sport.

---

1° giorno post- intervento:

- Terapia strumentale: crioterapia, elettrostimolazione gastrocnemio e soleo, ultrasuoni
- Mobilizzazioni passive tra 20° di plantiflessione (PF) e 10° di dorsiflessione (DF)

Nelle prime 3 settimane si andranno ad aggiungere gradualmente altri esercizi:

- Flesso-estensione delle dita da posizione supina
- Mobilizzazioni passive → attive assistite → attive di PF e DF
- Flesso-estensione attiva del ginocchio
- Estensione attiva dell'anca da posizione prona

Rimane, ovviamente, fondamentale il parere del medico ortopedico per carico/restrizioni.

Gli esercizi sopra elencati proseguiranno, aumentando gradualmente di intensità, fino alla 6<sup>a</sup> settimana.

Dalla 6<sup>a</sup> alla 12<sup>a</sup> settimana si andranno poi ad aggiungere:

- Esercizi contro resistenza, ad esempio con l'ausilio di bande elastiche (Fig.31)
- Rotazioni delle caviglie
- Stazione eretta: mantenere la posizione sulle punte e sui talloni
- Stretching del tricipite surale: portare un piede in appoggio in avanti e flettere il ginocchio. Mantenere il piede arretrato completamente adeso a terra e il ginocchio esteso (Fig.32)
- Squat (inizialmente con appoggio)
- Affondi (inizialmente con appoggio)



# Fisio Master

Fig. 31: Esercizi contro resistenza con banda elastica



Fig. 32: Esercizio di stretching del tricipite surale

- Esercizio di “heel-raise”: il paziente, in stazione eretta (fig. 33) o seduto (fig.34), con i piedi posizionati su uno step e i talloni al di fuori dello stesso, solleva i talloni e torna poi in posizione iniziale. Inizialmente fornire un appoggio.
- Esercizi di propriocezione ed equilibrio, di cui discuteremo nel capitolo seguente.



Fig. 33: Heel-raise su step in posizione eretta



Fig. 34: Calf-raise su step in posizione seduta

Dopo 3 mesi:

- Jogging, running, salti ed esercizi con contrazioni pliometriche
- Esercizi sport-specifici per il recupero del gesto atletico e ritorno allo sport



# Fisio Master

Un protocollo, invece, specifico per il paziente sportivo, è quello descritto da Brotzman.

**Protocollo riabilitativo**  
**Dopo riparazione chirurgica della rottura completa del tendine di Achille**  
Brotzman

- Uno *splint* posteriore ben imbottito con 20° di flessione plantare e con un gesso *a staffa sulla caviglia* nell'immediato postoperatorio.
- Non caricare, usando le stampelle per 4 settimane.
- Progredire verso un carico parziale in un gesso di gamba in lana di vetro con le stampelle.

**Per gli atleti cooperanti ad alto livello**

- Inizialmente, utilizzare un *cam boot* con 15-20° di flessione plantare, con un rialzo per il tallone e uno stivale con un angolo alla caviglia di 20° di flessione plantare.
- Sette giorni dopo l'intervento si possono iniziare esercizi attivi per il ROM in scarico. Prima di iniziare gli esercizi la ferita deve essere ben cicatrizzata.
- Gli esercizi iniziali consistono in una flessione plantare passiva molto cauta e una dorsiflessione attiva fino a 20°, due serie da cinque, tre volte al giorno.
- A 1 mese, iniziare a portare la caviglia verso la posizione neutra riducendo il rialzo al tallone nello stivale a 1 cm.
- Togliere il rialzo dopo un periodo di 6-8 settimane.
- Usare uno stivale da deambulazione per 6-8 settimane, poi

passare alle scarpe normali quando si usa il rialzo più piccolo.

- Cyclette (senza resistenza), nuoto dalla 6ª settimana.
- Ritorno graduale alle competizioni come nel trattamento conservativo. Deve avere forza completa (rispetto al lato non operato) e piena resistenza e aver terminato il programma di corsa.

**Per atleti a bassa richiesta**

- Usare un gesso di gamba con il piede in flessione plantare senza carico per 6-8 settimane, poi un rialzo al tallone di 1 cm in uno stivale amovibile per 1 mese.
- Esercizi in scarico con resistenza progressiva a 8-10 settimane.
- Cyclette e nuoto attorno all'8ª settimana.
- Ritorno ad alcune attività atletiche (corsa leggera) a 5-6 settimane, se la forza è il 70% dell'arto sano.

Di solito, il ritorno al massimo livello richiede 1 anno e anche 18 mesi.

Fig. 35: Protocollo riabilitativo. Brotzman SB, Wilk KE, "La riabilitazione in ortopedia", 2ª edizione, Excerpta Medica Ed, 2003.



## VIII. PROPRIOCEZIONE E RIABILITAZIONE PROPRIOCETTIVA<sup>40,41,42,43,44,45,46,50</sup>

### a. LA PROPRIOCEZIONE<sup>40,41,50</sup>

Con il termine propiocezione si vuole descrivere l'insieme delle informazioni sensoriali che permettono al corpo di riconoscere la posizione di sé, delle sue parti nello spazio in rapporto al mondo esterno e il loro movimento. La propiocezione assume un'importanza fondamentale nel complesso meccanismo di controllo del movimento e della postura. Il termine fu coniato da Sherrington nel 1906 da "receptus" (atto del ricevere) e "propius" (da se stesso) per definire il senso di percezione della posizione del corpo.

Il concetto di propiocezione si è tuttavia sviluppato e modificato nel tempo; attraverso una lunga serie di studi atti a comprendere i meccanismi neurali sottostanti, si è individuato che la maggior parte delle informazioni propriocettive non raggiunge mai il livello di coscienza, essendo esse anche deputate al controllo dell'elaborazione del progetto motorio e alla sua esecuzione. Oggi, infatti, si tendono a distinguere, nella propiocezione, una componente cosciente ed una incosciente.

#### ■ La propiocezione cosciente

La sensibilità generale, cioè pressoria, tattile, vibratoria e propriocettiva, di tipo epicritico ossia altamente definita, segue la via della colonna posteriore. Anche nota come colonna dorsale/lemnisco mediale, questa via comincia da un recettore periferico e termina nella corteccia sensitiva primaria degli emisferi cerebrali. Nel midollo spinale, i fasci di fibre pari che la costituiscono prendono il nome di fascicolo gracile e fascicolo cuneato: tali fascicoli si trovano nella sostanza bianca posteriore del midollo spinale, lateralmente al solco mediano posteriore, dove il



# Fisio Master

gracile si trova medialmente al cuneato.



# Fisio Master

Gli assoni dei neuroni di primo ordine raggiungono il SNC attraverso le radici posteriori dei nervi spinali e le radici sensitive dei nervi cranici.

Gli assoni che costituiscono la colonna posteriore sono organizzati in base all'area di innervazione: quelli che trasportano le sensazioni provenienti dalla metà inferiore del corpo decorrono nel gracile e fanno sinapsi nel nucleo gracile del bulbo, mentre quelli per le informazioni provenienti dalla metà superiore del corpo decorrono nel fascicolo cuneato e fanno sinapsi nel nucleo cuneato del bulbo. Gli assoni dei neuroni di secondo ordine del nucleo gracile e cuneato risalgono verso il talamo, decussano e proseguono verso il talamo, costituendo il fascio lemnisco mediale. Gli assoni del lemnisco mediale fanno sinapsi con i neuroni di terzo ordine dei nuclei ventrali del talamo, che smistano le sensazioni e le distinguono in tattili fini, pressorie o vibratorie.

In questo sistema l'integrazione complessa delle afferenze periferiche provenienti dai differenti canali percettivi viene unita alle informazioni provenienti dalla memoria e dall'esperienza. La memoria porta un bagaglio informativo sulle esperienze passate, mentre l'esperienza è lo strumento attraverso il quale ciascuno di noi colora le sensazioni provenienti dal mondo esterno, facendole proprie attraverso l'attribuzione di valori personali. La sintesi dei tre tipi di informazioni sopra riportate dà luogo a ciò che comunemente viene definito "immagine corporea", la consapevolezza cioè dell'esistenza, della posizione e del movimento del nostro corpo. A prescindere dai comuni canali sensoriali (vista, udito, tatto), ciascuno forma questa propria consapevolezza attraverso le informazioni propriocettive. Le informazioni provenienti dalla propriocezione cosciente sono utilizzate per facilitare le attività motorie più complesse.



# Fisio Master

## ■ La propriocezione incosciente

La sensibilità propriocettiva incosciente segue la via spino-cerebellare. Gli assoni dei neuroni di primo ordine fanno sinapsi con interneuroni delle corna posteriori del midollo spinale. Gli assoni di questi neuroni di secondo ordine risalgono verso il cervelletto costituendo due fasci spino-cerebellari: il fascio posteriore e quello anteriore.

Il fascio posteriore contiene assoni che non decussano e che raggiungono la corteccia cerebellare attraverso il peduncolo cerebellare inferiore omolaterale.

Il fascio spinocerebellare anteriore è costituito da assoni che, nella maggior parte dei casi, decussano, e solo una ridotta quantità di fibre resta omolaterale. La via spinocerebellare anteriore raggiunge la corteccia cerebellare attraverso il peduncolo cerebellare superiore. Gli assoni che hanno decussato nel midollo spinale decussano nuovamente all'interno del cervelletto, terminando quindi dallo stesso lato in cui si è originato lo stimolo.

Il ruolo della propriocezione nel controllo motorio è molteplice: permette la pianificazione di comandi motori appropriati, invia al SNC le informazioni per la formazione di un corretto schema corporeo, è importante per confrontare il movimento desiderato con quello effettivamente ottenuto, e questo aspetto è di estrema importanza per l'apprendimento motorio.

Alla base della propriocezione vi è, quindi, un complesso sistema sensoriale. I principali componenti di questo sistema sono:

- i recettori periferici, posizionati nelle articolazioni, nei muscoli, nei tendini, nei legamenti e nella cute, chiamati propriocettori
- le molteplici vie nervose, che trasportano i segnali propriocettivi al sistema nervoso centrale, dalla corda spinale fino alla corteccia celebrale.

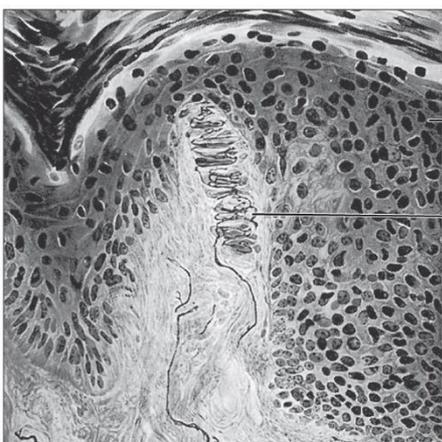


# Fisio Master

La funzione principale dei propriocettori è quella di fornire informazioni di retroazione sui movimenti propri dell'organismo, in altre parole di segnalare, istante per istante, quali siano i movimenti che l'organismo stesso sta compiendo; proprio sulla base di queste informazioni i centri superiori sono in grado di correggere o modificare il movimento in corso. Tali informazioni, infatti, specificano in tempo reale i parametri biomeccanici del movimento, quali velocità, forza, direzione, accelerazione, e i parametri fisiologici riguardanti i cambiamenti biologici dei muscoli, dei tendini e delle articolazioni in relazione al movimento effettuato.

Sulla base di queste informazioni, fornite dai meccanocettori e trasportate al sistema nervoso centrale dalle vie nervose, il cervello elabora un'immagine della posizione del corpo e delle sue parti rispetto all'ambiente circostante, ed è in grado di correggere o modificare il movimento in corso.

Distinguiamo i meccanocettori in base alla loro posizione. I recettori cutanei, importanti per la propriocezione cosciente, sono:



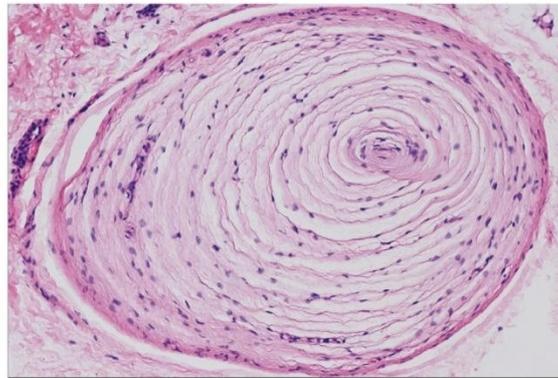
a) I corpuscoli di Meissner, o corpuscoli tattili: sono recettori specializzati nella percezione di sensazioni tattili e pressorie fini, e delle vibrazioni a bassa frequenza. Si adattano allo stimolo nel giro di pochi secondi dopo l'eccitazione, e sono particolarmente abbondanti a livello di palpebre, labbra, genitali esterni, polpastrelli e capezzoli.

*Fig.36: Corpuscoli di Meissner*



# Fisio Master

- b) I corpuscoli di Pacini, o corpuscoli lamellari: questi recettori sono sensibili alla pressione profonda. Si tratta di recettori ad adattamento rapido, e sono più sensibili alle forti pressioni e alle vibrazioni ad alta frequenza. I corpuscoli lamellari che veicolano la sensibilità somatica sono localizzati nella compagine del derma, e in particolare nelle dita, nella ghiandola mammaria, nei genitali esterni, nelle fasce superficiali e profonde e nelle capsule articolari. Veicolano anche la sensibilità viscerale, essendo localizzati anche nei mesenterici, nel pancreas, nelle pareti uretrali e vescicali.

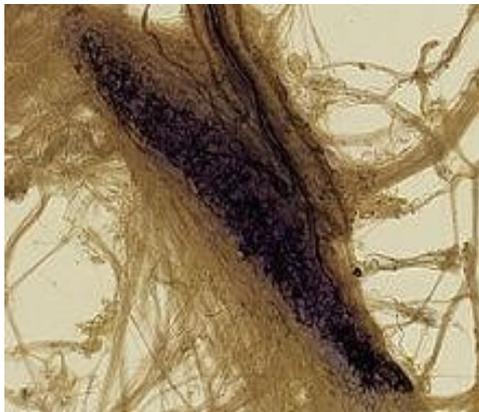


*Fig. 37. Corpuscoli di Pacini*

- c) Terminazioni di Ruffini: queste terminazioni nervose incapsulate si trovano nella cute, localizzati nel derma profondo di tipo reticolare. Rispondono allo sforzo di taglio e sono recettori ad adattamento lento. Delle terminazioni di Ruffini, le più abbondanti sono quelle multi-ramificate e incapsulate e sono importanti per segnalare i limiti per il movimento dell'articolazione. I corpuscoli di Pacini e le terminazioni di Ruffini sono i principali recettori per la cinestesia. Questi recettori fusiformi sono molto sensibili ed implicati nella ricezione di segnali di pressione e distorsione, torsione e movimenti del derma. Contribuiscono al senso cinestetico di controllo e di posizione delle dita, e dei movimenti relativi. Sono particolarmente concentrati a livello delle articolazioni e in prossimità delle unghie e sono caratterizzati da un lento adattamento e da campi recettivi di grosse dimensioni, quindi implicati nella percezione tattile protopatica (ossia grossolana).



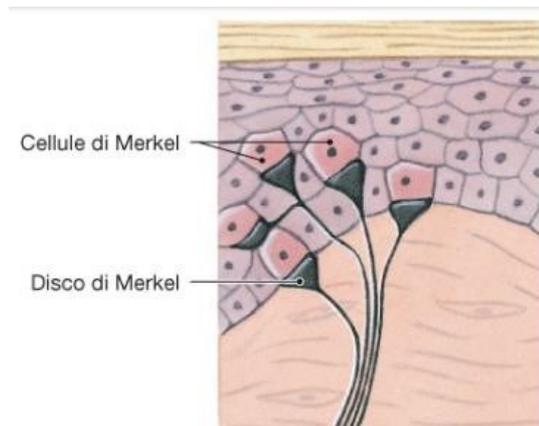
# Fisio Master



Si ritiene che siano utili nel controllare lo scivolamento degli oggetti lungo la superficie della pelle, permettendo così di modulare la presa su un oggetto.

*Fig. 38: Corpuscolo di Ruffini dall'immagine originale inviata da Ruffini a Sir Charles Sherrington*

- d) I dischi di Merkel: sono recettori tattili e pressori fini, tonici, estremamente sensibili, con campi recettoriali molto ristretti.



*Fig. 39. Dischi e cellule di Merkel.*

- e) Terminazioni nervose libere: si diramano in una rete sotto epidermica e si trovano in tutta la massa dei legamenti e nel rivestimento sinoviale. Alcune unità sensoriali sono termocettori ma ci sono anche due tipi di nocicettori per la trasmissione del dolore. Questi recettori trasmettono informazioni sia riguardanti la posizione articolare sia il suo movimento.
- f) Terminazioni nervose follicolari: si trovano appena sotto il livello della ghiandola sebacea.



# Fisio Master

I recettori dei muscoli scheletrici principali invece sono:

- I fusi neuromuscolari: si trovano nel muscolo scheletrico e sono più abbondanti verso il punto di congiunzione tra il tendine e il muscolo. Ci sono due tipi d'innervazione sensoriale dei fusi muscolari: terminazioni anulo-spirali e terminazioni a fiorame. Forniscono informazioni circa la lunghezza dei muscoli scheletrici e scatenano riflessi da stiramento.
- Gli organi tendinei del Golgi: si trovano nei tendini e nei pressi delle giunzioni dei tendini con il muscolo. Forniscono informazioni riguardanti la tensione che si sviluppa, all'interno del tendine, durante la contrazione muscolare.
- Recettori delle capsule articolari: forniscono informazioni circa la pressione, la tensione e il movimento dell'articolazione.

La posizione statica degli arti è in gran parte rilevata da questi ultimi tipi di recettori, sensibili allo stato di allungamento del muscolo. Sono utili nel definire i parametri per il sistema propriocettivo incosciente o per le risposte riflesse, e svolgono un ruolo importante sia nella propriocezione sia nei meccanismi di controllo motorio.

Durante il movimento, la propriocezione è importante per il feedback e il feed-forward: il controllo neuromuscolare feed-forward prevede la programmazione dei movimenti sulla base delle informazioni sensitive derivanti da esperienze passate, mentre il processo di feed-back svolge una continua regolazione motoria mediante vie riflesse.

Il meccanismo di feed-forward è responsabile dell'attività di preparazione del muscolo, mentre il processo di feedback si associa all'attività muscolare reattiva.



# Fisio Master

Grazie alle caratteristiche di orientamento e di attivazione del muscolo scheletrico, possono essere eseguiti in modo coordinato innumerevoli movimenti con contrazioni concentriche, eccentriche e isometriche, mentre viene limitato il movimento articolare eccessivo. Quindi il controllo dinamico si ottiene mediante il controllo neuromuscolare preparatorio e riflesso, la regolazione della rigidità muscolare, la stabilità articolare, la coordinazione e l'equilibrio.

Per la valutazione della propriocezione sono stati sviluppati numerosi test, utili per la corretta pianificazione di un programma riabilitativo, che dovrà essere assolutamente personalizzato, “cucito” addosso al paziente.

Possiamo distinguere test specifici e test aspecifici.

- Test specifici. Valutano il senso di posizione, il senso di movimento e il senso della forza. Possono essere effettuati in maniera passiva, andando a stimolare i meccanocettori articolari, o in maniera attiva, stimolando anche quelli muscolo-tendinei.

Per valutare il senso di posizione si può effettuare il test RPP (Reproduction of Passive Positioning), utilizzando un dinamometro isocinetico: si chiede al paziente di muovere l'articolazione in modo da riprodurre un angolo target. Si misura, poi, la differenza tra l'angolo ottenuto e l'angolo target.

Per il senso di movimento, si ricerca l'abilità di percepire il movimento articolare, e viene misurata utilizzando i test di discriminazione del movimento o il test TTDPM (Threshold to detect Passive Motion), in cui l'articolazione viene mossa passivamente con velocità angolare bassa da un dinamometro isocinetico, e il paziente deve avvertire il movimento e la sua direzione ad occhi chiusi.

Per il senso della forza si valuta l'abilità di percepire e riprodurre una quantità di forza sub-massimale precedentemente generata, con l'ausilio ad esempio di bilance o acceleratori.

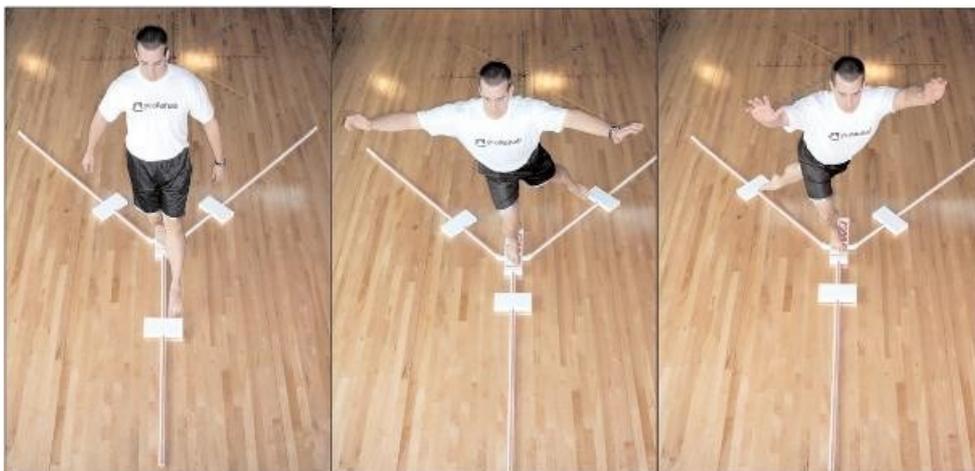


# Fisio Master

- Test aspecifici. Si tratta di test che vanno a valutare, ad esempio, l'equilibrio, e sono spesso utilizzati per fornire una stima di eventuali deficit propriocettivi. Non sono specifici, in quanto non valutano esclusivamente la propriocezione né una singola parte del corpo.

Questi test di equilibrio possono essere effettuati in appoggio monopodalico o su pedane instabili, con o senza appoggio degli arti superiori, e possono eventualmente essere effettuati ad occhi chiusi, per eliminare le informazioni visive. Un esempio sono i test effettuati su dispositivi stabilometrici, che vanno a valutare le oscillazioni posturali che si verificano durante il mantenimento di una posizione, ad occhi aperti e ad occhi chiusi. In tal caso si misura l'oscillazione in gradi al secondo.

Un altro test molto utile è il cosiddetto SEBT (Star Excursion Balance Test, fig. 40): si traccia a terra una Y, ad esempio con del nastro adesivo, e si invita il paziente a posizionarsi nell'angolo interno, a piedi nudi.



*Fig. 40: Star Excursion Balance Test*

Il comando sarà quello di raggiungere alternativamente con un piede le tre estremità della Y, rimanendo in equilibrio, quindi in appoggio monopodalico. Il test



# Fisio Master

viene ripetuto 3 volte, anche controlateralmente.



# Fisio Master

Con questi test si vanno a valutare presenza ed entità di deficit propriocettivi, in maniera diretta ed indiretta.

Diverse possono essere le cause che li comportano, come ad esempio il dolore, sia acuto che cronico, il gonfiore a livello articolare, frequente dopo un infortunio, un trauma, che può provocare un danno a livello dei tessuti muscoloscheletrici e conseguentemente dei meccanocettori ivi presenti, o la fatigue muscolare, comune dopo un allenamento intenso o dopo l'esecuzione di un lavoro faticoso, e che può aumentare il rischio di infortuni. In aggiunta a questi fattori, una propriocezione deficitaria è stata riscontrata anche a seguito di prolungata immobilizzazione o situazioni ipermobilità articolare.

Nel breve termine, un deficit propriocettivo comporterà un disturbo dei sistemi di controllo motorio a feedback e a feed-forward, della regolazione della rigidità muscolare e disturbi di equilibrio e di coordinazione. Nel lungo termine, questo deficit porterà ad un aumento dei rischi di infortunio e di recidive, ad un peggioramento delle performance muscolari e al persistere dei deficit di equilibrio e coordinazione.

Pertanto, un training propriocettivo valido ed efficace non solo è importante per recuperare la funzione danneggiata, ma anche per prevenire futuri infortuni. Ecco perché spesso, in ambito sportivo, viene utilizzato anche negli atleti sani, che non hanno subito infortuni.



## b. LA RIABILITAZIONE PROPRIOCETTIVA DOPORICOSTRUZIONE DEL TENDINE D'ACHILLE<sup>42,43,44,45,46</sup>

Per migliorare e recuperare la propriocezione, molti sono i mezzi e gli strumenti che possono essere utilizzati, e due sono gli scopi principali:

- ➔ Ridurre le cause del deficit. Come detto precedentemente, il dolore e il gonfiore possono essere causa di una riduzione della propriocezione. In presenza di questi fattori, sarà perciò fondamentale andare a ridurli, con crioterapia, terapia compressiva, analgesici, altre terapie strumentali. Anche l'affaticamento può incidere, e in questo caso è opportuno andare a lavorare sulla muscolatura per aumentare la resistenza, che può essere diminuita in seguito ad un trauma e/o allettamento prolungato. Inoltre, è importante che il training propriocettivo non vada mai a causare dolore, gonfiore o fatigue, proprio perché sarebbe controproducente.
  
- ➔ Aumentare le informazioni somatosensoriali. A questo scopo, si rivelano utili la terapia manuale, il taping e le ortesi, che vanno a stimolare i meccanocettori presenti nelle articolazioni, nei tessuti molli e nella cute, i quali invieranno informazioni al SNC. È però soprattutto l'esercizio fisico ad essere utile a tale scopo, poiché i fusi muscolari sono considerati i propriocettori più potenti, estremamente sensibili e sempre stimolati durante il movimento attivo. Si evince che qualsiasi esercizio attivo può essere considerato anche un esercizio propriocettivo, e ancora più utile ed efficace risulta la combinazione di esercizi diversi tra loro, più o meno finalizzati e di difficoltà crescente nelle varie sedute.



# Fisio Master

Il training specifico propriocettivo generalmente comprende strumenti ed esercizi specifici, volti al miglioramento del senso di posizione, il senso del movimento e il senso della forza, esercizi di equilibrio, coordinazione e di stabilità dinamica. Questi strumenti, come già accennato, sono diversi:

- ➔ **Terapia manuale.** La mobilizzazione delle articolazioni può essere effettuata in modo da ricercare uno stretching controllato dei tessuti capsulo-legamentosi, in cui troviamo numerosi propriocettori: questo aumenta la quantità di informazioni propriocettive inviate da questi al SNC. Allo stesso modo può risultare efficace la massoterapia, che permette di ottenere una stimolazione del connettivo, della cute e dei muscoli, ricchi di propriocettori.
- ➔ **Taping (fig. 41) e ortesi.** Si tratta di strumenti aggiuntivi che possono essere utilizzati per ottenere diversi effetti, come la riduzione di dolore e gonfiore o la protezione delle strutture anatomiche infortunate. Anche questi strumenti si sono dimostrati utili nel miglioramento della propriocezione, ancora una volta andando a stimolare i propriocettori grazie alla compressione applicata sulla cute.
- ➔ **Esercizi attivi.** Si tratta della parte fondamentale del training propriocettivo, e come più volte detto, in realtà qualsiasi esercizio attivo può essere considerato propriocettivo. In generale, gli esercizi devono consistere in movimenti ripetuti, controllati e lenti. Il paziente deve essere concentrato, e pensare il movimento prima di compierlo.





# Fisio Master

*Fig. 41: Taping applicato per infortunio del tendine d'Achille*



# Fisio Master

Esercizi attivi per la riabilitazione propriocettiva.

## 1. Esercizi per il senso di posizione.

L'esercizio è simile al test per valutare il senso di posizione: si ha un punto/angolo di inizio A, ed un punto/angolo target B, e l'esercizio consiste nel muovere l'arto da un punto all'altro, mantenendo la posizione per qualche secondo (ad esempio, per 5 secondi). Inizialmente si può effettuare ad occhi aperti, per poi essere eseguito ad occhi chiusi. La difficoltà può aumentare ulteriormente inserendo punti intermedi tra A e B, e chiedendo al paziente di volta in volta di spostarsi sul punto indicato dall'operatore. Per la riabilitazione del tendine d'Achille, si effettueranno tutti i movimenti della caviglia, e si va anche a lavorare sul ginocchio, per via della biarticolarietà del gastrocnemio.

Quindi si può stabilire la posizione neutra della caviglia come posizione di partenza, e chiedere una dorsiflessione fino al raggiungimento di un angolo target. Stesso dicasi per la plantiflessione, per l'adduzione e per l'abduzione. Allo stesso modo, per il ginocchio si può stabilire l'estensione completa come posizione di partenza e chiedere poi una flessione fino ad un angolo target. Successivamente si inseriranno dei punti intermedi tra la posizione di partenza e l'angolo target, e l'operatore chiederà al paziente di raggiungere uno di questi punti intermedi, in maniera randomizzata e non prevedibile. Tutto ciò inizialmente ad occhi aperti e successivamente ad occhi chiusi.

## 2. Esercizi per il senso di movimento

Si chiede al paziente di riprodurre, ad esempio muovendo la caviglia, le lettere dell'alfabeto, dei numeri o delle figure geometriche, prima ad occhi aperti e poi ad occhi chiusi. I pattern e gli esercizi devono essere variati spesso, in modo da stimolare il paziente ed il sistema propriocettivo in modi sempre nuovi.



# Fisio Master

L'esercizio può essere eseguito anche passivamente: sarà l'operatore a muovere la caviglia immaginando di disegnare lettere, numeri e forme, che il paziente dovrà riconoscere ad occhi chiusi.

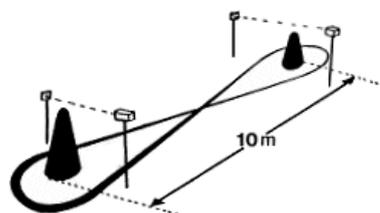
### 3. Esercizi per il senso della forza ("force sense")

Utilizzando, ad esempio, una bilancia, si può chiedere al paziente di applicare una determinata pressione con l'arto inferiore, e di mantenerla per circa 10 secondi. Si può rendere l'esercizio più difficile aumentando il tempo di mantenimento, ricercando forza/pressione sempre diverse e chiedendo al paziente di chiudere gli occhi.

### 4. Esercizi di coordinazione.

Per coordinazione si intende la combinazione di cooperazione intramuscolare ed intermuscolare ottimizzata per compiere un movimento, utilizzando feedback interni ed esterni, ed essa implica capacità di propriocezione e di equilibrio nel momento in cui il sistema nervoso e il muscolo scheletrico interagiscono per evitare lesioni durante movimenti diagonali, rotazionali e salti.

Per lavorare su questo aspetto si possono, ad esempio, utilizzare esercizi sulle parallele con l'ausilio di specchio quadrettato per riprogrammazione del corretto schema del passo, ed in seguito un tapis-roulant o un'ellittica per la coordinazione piede-gamba-coscia, attività come Pilates, Yoga, Tai Chi. Possono essere estremamente utili anche esercizi più semplici, che prevedano ad esempio movimenti alternati degli arti inferiori, come la corsa carioca (corsa laterale a passo incrociato), la corsa a 8, effettuata attorno a due coni disposti a circa 6m di distanza (Fig. 42), ecc.





# Fisio Master

*Fig. 42: Schema per la corsa a 8*



# Fisio Master

## ESERCIZI PER VELOCITA', AGILITA' E COORDINAZIONE (Powell)

ESERCIZIO	DESCRIZIONE
Stepping laterale	Si chiede al pzt di spostarsi lateralmente, verso dx e verso sx, applicando cambi di direzione eseguiti il più rapidamente possibile per varie distanze
Carioca	Al pzt viene chiesto di incrociare gli arti inferiori, anteriormente o posteriormente, mentre si sposta lateralmente
Sprint	Scatti rapidi, in avanti o indietro, con partenze rapide ed arresti su ogni linea. Distanze variabili.
Sprint multidirezionali	Come sopra, ma partenze rapide multidirezionali.
Esercizi diagonali/ di rotazione a 45°	Scatti con cambiamenti di direzione ad un angolo di 45°, con movimenti rotatori
Passo laterale diagonale	Correre 5mt in linea retta, quindi rapido cambio direzionale (taglio ad un angolo di 45°).
Corsa a 8	Vengono collocati dei coni, ad una distanza di 6-10mt. Il pzt deve correre attorno ad essi formando un 8, per due giri.

### 5. Training muscolare.

Si tratta di esercizi attivi, sotto carico come squat e affondi, o esercizi contro resistenza, con bande elastiche (fig. 44) o forze esterne, applicate dall'operatore/pesi. Squat e affondi sono importanti perché simulano una posizione atletica piuttosto comune, ed esigono controllo di caviglia, ginocchio ed anca. Questi esercizi possono essere eseguiti, aggiungendo un'ulteriore difficoltà, su dispositivo BOSU (fig.43).





# Fisio Master

*Fig. 43: Esercizio avanzato di rinforzo muscolare ed equilibrio: squat in monopodolica su dispositivo BOSU.*

*Fig. 44: Esercizio di rinforzo muscolare contro resistenza con banda elastica.*

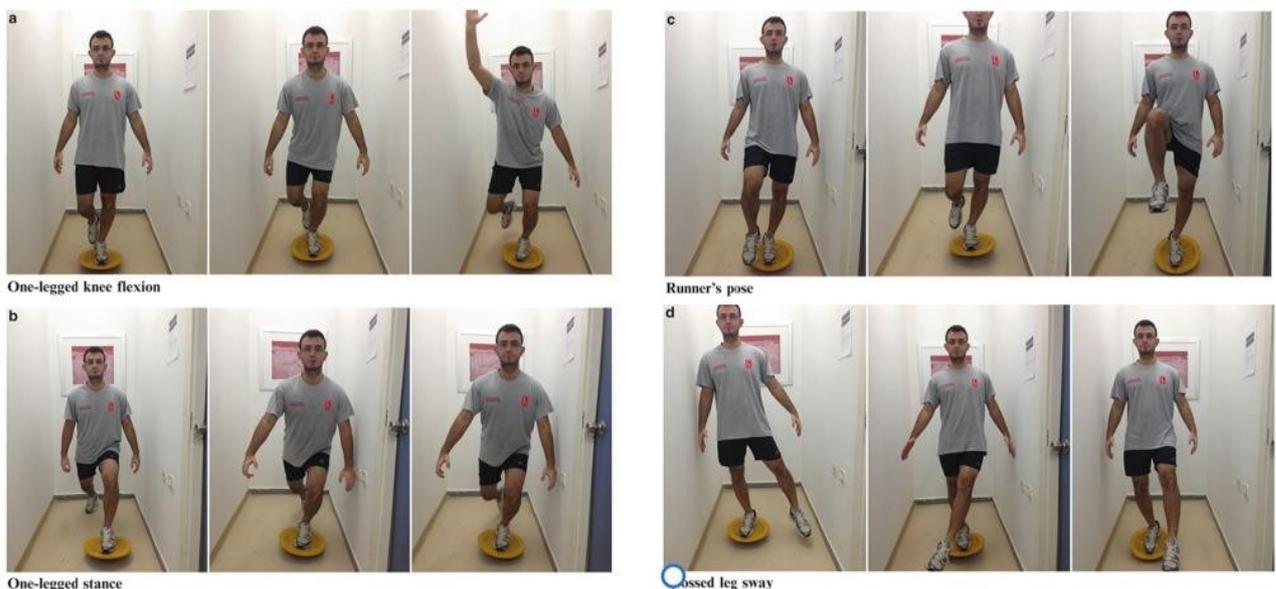


# Fisio Master

## 6. Esercizi di equilibrio.

Per quanto riguarda l'equilibrio, esso è generalmente definito come la capacità di mantenere il baricentro sulla base di appoggio. In situazioni dinamiche in cui è necessario spostare la base d'appoggio insieme al baricentro, l'equilibrio può essere messo in crisi se i meccanocettori dell'arto inferiore non rilevano correttamente o non correggono il movimento. Tali movimenti correttivi e coordinati sono importanti nell'esecuzione di aggiustamenti posturali fondamentali nella prevenzione di lesioni ed infortuni. Il training dell'equilibrio consiste tipicamente nel mantenimento di una determinata posizione, ottenuta prima su superfici stabili ed in seguito su superfici instabili come pedane (a destra), cuscinetti, palla da Pilates, trampolini, dapprima in appoggio bipodalico e poi in monopodalica, o in posizione di semi-tandem e tandem.

A tutto ciò si possono aggiungere perturbazioni esterne, applicate ad esempio dall'operatore: in questo modo si andrà a stimolare anche la componente dei riflessi, utili per la prevenzione degli infortuni. Si andrà poi ad aumentare la difficoltà eliminando l'ausilio della vista.



Figg. 45: Esercizi di equilibrio su pedana instabile



## ESERCIZI PER EQUILIBRIO (Powell)

ESERCIZIO	DESCRIZIONE
Posizione eretta in monopodalica ad occhi aperti	Appoggio monopodalico, ginocchio in appoggio lievemente flesso, ginocchio controlaterale flesso a circa 75°, occhi aperti. Mantenere la posizione per 30s.
Posizione eretta in monopodalica ad occhi chiusi	Come sopra, ad occhi chiusi.
Posizione eretta in monopodalica su superficie instabile	Come il primo esercizio, su pedana instabile (BOSU, Airex, Dynadisc, gommapiuma...)
Destabilizzazioni in monopodalica	Il paziente si posiziona su una tavoletta con rotelle in appoggio monopodalico. Deve mantenere l'equilibrio mentre l'operatore esercita destabilizzazioni sulla tavoletta.
Tavola propriocettiva	Il paziente si posiziona su tavoletta propriocettiva seguendo vari schemi di appoggio del piede, evitando che i bordi della tavoletta tocchino il suolo.
Tavola d'equilibrio/inclinabile	Come sopra, su tavola inclinabile/di equilibrio.



ASSOCIAZIONE  
BACK SCHOOL

Copyright 2005 Associazione Back School - Edi.Ermes  
Edi.Ermes srl - Viale E. Forlanini, 65 - 20134 Milano - Tel. 02.70.21.121 - Fax 02.70.21.12.83 - E-mail: ceinfo@eener.it - http://www.ediermes.it

Fig.. 46: Esercizi di equilibrio su pedana instabile



# Fisio Master

## 7. Training pliometrico.

Gli esercizi pliometrici, quindi contrazioni concentriche di tipo esplosivo precedute da una fase eccentrica, sono molto utili per il recupero e mantenimento della propriocezione. L'esercizio pliometrico deve essere eseguito in maniera rapida, con tecnica meticolosa ed enfasi sulla transizione tra la contrazione eccentrica e concentrica. Il training pliometrico è fondamentale per migliorare la performance sportiva e ottenere un miglior controllo dell'arto inferiore in toto. Per questo, l'uso di tecniche neuromuscolari comprendenti esercizi pliometrici è importante per correggere eventuali deficit prima di fare ritorno all'attività sportiva. È corretto, pertanto, includere esercizi di questo tipo per valutare l'idoneità di un atleta a tornare a praticare sport, perché essi preparano il sistema neuromuscolare dopo la lesione ad affrontare rapidi cambiamenti nel movimento, e aumentano la forza articolare in ambiente controllato. Numerosi studiosi sostengono, infatti, che è improbabile che un atleta che non sia in grado di sopportare attività pliometriche nel contesto riabilitativo riesca poi ad affrontare con successo il rientro all'attività sportiva.





# Fisio Master

*Fig. 47.1. Squat Jump; 47.2: Salto su box;  
salto*

*47.3: Salto laterale con ostacoli; 47.4: Affondo con  
salto*



# Fisio Master

---

## ESERCIZI PLIOMETRICI (Powell)

---

ESERCIZIO	DESCRIZIONE
Salto in lungo	Paziente sulla linea di partenza, mani dietro la schiena, deve saltare per coprire la maggior distanza possibile e bloccarsi nel punto esatto di atterraggio, mantenendo la posizione per 5s.
Squat jump	Il paziente parte dalla posizione accovacciata di squat, salta e atterra nella posizione di partenza.
Salto in lungo con stop	Il paziente salta in avanti e si blocca nel punto di atterraggio in posizione di squat per 5s.
Salto in lungo in monopodalica	Salto in avanti in monopodalica, mani dietro la schiena.
Salto in monopodalica a tempo	Salto in avanti in monopodalica, mani dietro la schiena, per 6-20m. Esercizio cronometrato.
Salto in monopodalica con stop	Salto con stop nella posizione di atterraggio per 5s.
Triplo salto in lungo in monopodalica	3 salti in avanti in monopodalica.
Salti con rotazioni	Salto con rotazione in aria di 180°. Stop all'atterraggio mantenuto per 5s.
Saltelli sul posto	Saltelli sul posto, più alti e veloci possibili.
Tuck Jumps	Il paziente salta, portando le ginocchia al petto.
Salti con ostacoli	Salti in avanti superando ostacoli/coni.
Salto verso il basso in monopodalica	Il paziente parte sopra ad un box di circa 40cm in monopodalica, salta atterrando sul pavimento sullo stesso piede. Il salto può essere eseguito in avanti o lateralmente.
Salti su scala in monopodalica	Il paziente percorre de gradini da 20cm saltellando in monopodalica su e giù dai suddetti gradini.
Salti su step in monopodalica	Il paziente salta in monopodalica salendo e scendendo da un solo step.

---



# Fisio Master

## 9. Idrokinesiterapia

È dimostrato che la riabilitazione in ambiente acquatico ha molti benefici, uno dei quali è il miglioramento della propriocezione. Eseguire esercizi sfruttando la resistenza dell'acqua stessa o appositi pesi, o anche semplicemente camminare o correre in acqua, utilizzare l'apposito tapis-roulant o l'apposita cyclette, possono essere esercizi estremamente validi per favorire un recupero più rapido, una più rapida riduzione del dolore e del gonfiore (che ricordiamo essere fattori favorenti un deficit propriocettivo) e un miglior recupero propriocettivo.



### Indicazioni per la terapia in acqua

**Un atleta che presenta una delle seguenti condizioni può trarre beneficio della terapia in acqua:**

- Impossibilità ad allenarsi a terra per uno specifico sport in un normale ambiente di allenamento.
- Scarsa stabilità prossimale e ipostenia del tronco.
- Ipostenia e perdita di condizione.
- Dolore.
- ROM limitato.
- Spasmo muscolare.
- Carico limitato o assenza di carico.
- Anomalie della deambulazione.
- Limitata abilità funzionale.
- Tono anormale.
- Compromissione della sensibilità.
- Ridotta capacità polmonare.
- Problemi di percezione dello spazio.
- Mancanza di coordinazione.
- Riduzione della capacità aerobica.
- Calo ponderale.
- Depressione.
- Problemi circolatori.
- Edemi (soprattutto alle estremità).
- Ridotta capacità di rilassamento.
- Riduzione dell'autostima secondaria all'incapacità di compiere le normali attività

Da Harvey G. "Why water?" Sports Med Update. HealthSouth Patient Education Handout. Birmingham, Alabama, HealthSouth, 1996.

Fig. 48: Idrokinesiterapia con tapis-roulant (sopra),

Fig. 49: Esercizio propriocettivo in acqua (in basso, sinistra),

Fig. 50: hydrobike (in basso, destra).

Fig. 51: Indicazioni per la terapia in acqua per il paziente sportivo.



# Fisio Master

Ricapitolando, un programma di riabilitazione propriocettiva valido in seguito a rottura del tendine d'Achille comprende le seguenti componenti:

---

Senso di posizione	Riposizionamento di caviglia e ginocchio nello spazio, utilizzando punti target prestabiliti.
Senso di movimento	Riproduzione di pattern specifici muovendo la caviglia (figure, lettere, numeri).
Senso di forza	Utilizzando bilance o dinamometri, ricercare e mantenere una pressione/forza target attraverso movimenti di caviglia/ginocchio.
Coordinazione	Parallele, specchio quadrettato, ellittica, tapis-roulant, movimenti alternati e ritmici degli arti inferiori, yoga, Pilates, Tai chi, controllo dell'allineamento anca-ginocchio-caviglia durante esercizi in catena cinetica chiusa (es. squat, affondi), carioca (camminata laterale incrociata) ecc.
Equilibrio	Mantenimento della posizione in semi-tandem e tandem Mantenimento della posizione in appoggio monopodalico Squat su gamba singola
Training muscolare	Rinforzo con esercizi in bodyweight Rinforzo con applicazione di pesi/resistenze/bande elastiche
Training pliometrico	Salti, salti su box, jump squat, salti con rotazioni in volo, skip, calci al pallone...
Idrokinesiterapia	Esercizi di rinforzo, camminata, corsa

---

È opportuno sottolineare l'importanza della progressione negli esercizi, che dovranno essere variati spesso ed essere di difficoltà crescente. Questo può essere ottenuto sfruttando questa progressione:

- Superfici stabili → Superfici instabili
- Occhi aperti → Occhi chiusi



# Fisio Master

- Appoggio bipodalico → Appoggio monopodalico



# Fisio Master

- Per il senso di posizione: aumentare il numero di punti/angoli target.
- Per il senso di movimento: variare gli esercizi, i pattern.
- Per il senso della forza: ricercare forza/pressione sempre diverse.
- Per gli esercizi di equilibrio: inserire perturbazioni attraverso l'applicazione di forze esterne.
- Per il training pliometrico: inserire cambi di direzione, rotazioni in volo, percorsi.

In generale, il training propriocettivo dovrebbe consistere di:

- 2-5 esercizi
- 10-15 ripetizioni
- 1-3 sets
- 3-5 sedute a settimana, a seconda della fase della riabilitazione

La riabilitazione andrà completata con esercizi sport-specifici, mirati al recupero del gesto atletico e al ritorno alla competizione. Questo aspetto è fondamentale: non solo perché l'atleta vede nella competizione il suo lavoro e quindi la sua fonte di sostentamento, ma anche perché è dimostrato che maggiore è il tempo di astinenza dalle competizioni per uno sportivo e maggiore sarà il deficit propriocettivo (Leach, 1982).





# Fisio Master

*Fig. 52: Esercizi propriocettivi sport-specifici in campo.*



# Fisio Master

## IX. OUTCOME E RITORNO ALLO SPORT<sup>2,30, 31,32, 33, 34</sup>

In seguito ad un infortunio così importante è doveroso effettuare un'attenta valutazione che vada ad indagare sia la riuscita dell'intervento, sia l'outcome e la funzionalità dell'arto del paziente. Vengono valutati, perciò, lo stato della cute e della ferita, il ROM, la forza del tricipite surale, il trofismo, la lunghezza del tendine, la presenza di eventuali complicanze nel post-operatorio.

Una scala molto utile a tale scopo è la scala ICOT, che viene applicata nei controlli in seguito all'intervento chirurgico, per annotare diversi dati, tra i quali le eventuali complicazioni relative alla ferita, il ROM, la circonferenza del tricipite surale a 10 e a 20 cm dal malleolo tibiale, la capacità di sollevarsi e di mantenere la stazione eretta sulla punta dei piedi. Infine, permette di valutare la soddisfazione del paziente rispetto al trattamento.

Uomo ..... Donna .....  
Età .....  
Numero progressivo paziente .....  
Attività lavorativa (quale) .....  
Attività sportiva (quale) .....  
Lato dx o sx .....  
Periodo intercorso fra la rottura e l'intervento .....  
Dinamica del trauma .....  
Riferita tendinopatia pregressa .....

### DOPO L'INTERVENTO

Follow-up .....  
Data intervento .....  
Immobilizzazione (giorni) .....  
Ripresa attività lavorativa .....  
Ripresa sport .....  
Cicatrice ..... Ematomi ..... Sepsi .....  
Deiscenza della ferita ..... Recidive ..... Neuroma .....  
Edema .....  
Volume del tendine 2-3 volte maggiore del controlaterale .....  
Ipotrofia muscolare .....  
Flessione dorsale (gradi) .....  
Flessione plantare (gradi) .....  
Elevazione in appoggio monopodalico .....  
Elevazione con carenza di equilibrio .....  
Intolleranza alle calzature .....



# Fisio Master

*Scala 1: Scala ICOT.*



# Fisio Master

Vi sono diverse altre scale utili per una corretta valutazione, ad esempio:

a. ATRS: la scala “Achilles Tendon Total Rupture Score” è stata sviluppata nel 2007 da Nillson-Helander et al.; è uno strumento con un’elevata affidabilità, validità e sensibilità ed è utilizzata per misurare il risultato dopo il trattamento in pazienti con rottura totale del tendine di Achille. Essa contiene dieci items a cui i pazienti sono invitati a rispondere barrando una casella numerica: il punteggio può andare da zero (presenza di sintomi o limitazioni) a dieci (assenza di limitazioni).

## **ATRS**

### **(Achilles Tendon Total Rupture Score)**

Today's Date: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ . Date of Birth \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

All questions refer to your limitations/difficulties related to your injured Achilles tendon.

Answer every question by grading your limitations/symptoms from 0-10.

*Remember* (0= Major limitations and 10= No limitations).

**Please circle the number that matches your level of limitation**

1. Are you limited due to decreased strength in the calf/Achilles tendon/foot?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
2. Are you limited due to fatigue in the calf/Achilles tendon/foot?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
3. Are you limited due to stiffness in the calf/Achilles tendon/foot?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
4. Are you limited due to pain in the calf/Achilles tendon/foot?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
5. Are you limited during activities of daily living?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
6. Are you limited when walking on uneven surfaces?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
7. Are you limited when walking quickly up the stairs or up a hill?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
8. Are you limited during activities that include running?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
9. Are you limited during activities that include jumping?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)
10. Are you limited in performing hard physical labour?  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (No limitations)

**Thank you very much for completing all the questions in this questionnaire.**



# Fisio Master

*Scala 2: ATRS.*



# Fisio Master

b. La Leppilahti Score: descritta da Leppilahti nel 1998, è la prima scala specifica per la rottura del tendine d'Achille. Combina dati soggettivi, come il dolore, la percezione di rigidità e debolezza, l'intolleranza alle calzature e la soddisfazione del paziente, con dati oggettivi come ROM e forza. È una scala a punteggio, ed il totale può andare da 0, che descrive la peggior condizione possibile, a 100, che descrive la migliore.

<b>Pain</b>	
None	15
Mild, no limitations on recreational activities	10
Moderate, limitations on recreational, but not daily activities	5
Severe, limitations on recreational and daily activities	0
<b>Stiffness</b>	
None	15
Mild, occasional, no limitations on recreational activities	10
Moderate, limitations on recreational, but not daily activities	5
Severe, limitations on recreational and daily activities	0
<b>Calf muscle weakness (subjective)</b>	
None	15
Mild, no limitations on recreational activities	10
Moderate, limitations on recreational, but not daily activities	5
Severe, limitations on recreational and daily activities	0
<b>Footwear restrictions</b>	
None	10
Mild, most shoes tolerated	5
Moderate, unable to tolerate fashionable shoes, modified shoes tolerated	0
<b>Active range of motion (ROM) difference between ankles</b>	
Normal (<6°)	15
Mild (6°–10°)	0
Moderate (11°–15°)	5
Severe (>15°)	0
<b>Subjective result</b>	
Very satisfied	15
Satisfied with minor reservations	10
Satisfied with major reservations	5
dissatisfied	0
<b>Isokinetic muscle strength (score)</b>	
Excellent	15
Good	10
Fair	5
Poor	0

Scala 3: Leppilahti



# Fisio Master

c. FAAM (Foot and Ankle Ability Measure): descritta nel 2005 da Martin et al., è una scala somministrata al paziente. È suddivisa in due parti, che vanno ad indagare le attività della vita quotidiana (con 21 items) e sportiva (8 items). Il paziente risponde ad ogni item contrassegnando la casella con la dicitura appropriata (da “Nessuna difficoltà” a “Impossibile eseguire”) ed assegna, infine, un punteggio da 0-100 che indica la sua percezione del suo stato di funzionalità nello svolgimento delle ADL e un punteggio da 1-100 per le attività sportive. Il punteggio delle due parti viene poi sommato.

Please answer every question with one response that most closely describes to your condition within the past week.						
<i>If the activity in question is limited by something other than your foot or ankle mark not applicable (N/A).</i>						
Activities						
Standing	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking on even ground	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking on even ground without shoes	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking up hills	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking down hills	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Going up stairs	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Going down stairs	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking on uneven ground	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Stepping up and down curbs	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Squatting	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Coming up on your toes	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking initially	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking 5 minutes or less	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking approximately 10 minutes	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Walking 15 minutes or greater	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Because of your foot and ankle, how much difficulty do you have with:						
<i>If the activity in question is limited by something other than your foot or ankle mark not applicable (N/A).</i>						
Activities						
Running	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Jumping	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Landing	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Starting and stopping quickly	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Cutting/lateral movements	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Low impact activities	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Ability to perform activity with your normal technique	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Ability to participate in you desired sport as long as you would like	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
How would you rate your current level of function during your sports related activities from 0 to 100 with 100 being your level of function prior to your foot or ankle problem and 0 being the inability to perform any of your usual daily activities?						
Overall, how would you rate your current level of function?		Normal	Nearly normal	Abnormal	Severely abnormal	
Activities						
Home responsibilities	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Activities of daily life	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Personal care	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Light to moderate work (standing, walking)	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Heavy work (pushing/pulling, climbing, carrying)	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Recreational activities	No difficulty	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
How would you rate your current level of function during your usual activities of daily living from 0 to 100 with 100 being your level of function prior to your foot or ankle problem and 0 being the inability to perform any of your usual daily activities?						

Scala 4: FAAM



# Fisio Master

d. VAS-FA (Visual Analogue Scale - Foot and Ankle): si tratta di un questionario con 20 domande, anch'esso somministrato al paziente, con l'obiettivo di indagare il dolore residuo (4 domande), i deficit funzionali (13 domande) e altri disturbi (3 domande).

 		 
Strong limping	How much do foot problems affect your gait?	No changes, normal gait
Constantly, always	How often do you have foot pain in physical rest?	Never, very rarely
Extreme pain	How intense is this foot pain in physical rest?	No pain
Constantly, always	How often do you have foot pain during physical activity?	Never, very rarely
Extreme pain	How strong is this foot pain during physical activity?	No pain
The weakness restricts me substantially	Do you have the impression that one leg is weaker than the other?	Same strength as in the healthy leg
Widespread, painful callus	Do you have callous at the foot / feet?	No callus
My foot/ankle joint is constantly rigid	Do you have a limitation of ankle or foot range of motion?	No limitation of range of motion at any time
Climbing stairs impossible	Do you have problems when climbing stairs?	Climbing stairs without limitation possible
Occupation cannot be practiced any more	How much do foot problems affect your occupation?	No limitation
Driving a car not possible	How much do foot problems hinder you driving a car (operating clutch, accelerator, brake pedals)?	Driving a car without limitation possible
Only briefly, and with crutches/stick	How long can you stand without foot problems?	For hours, without limitation
Standing on one leg impossible	How much do foot problems affect your ability to stand on one leg?	No limitation
Impossible, or briefly with crutches/stick	How long can you walk without foot problems?	For hours, without limitation
Even short jogging is impossible	Do foot problems stop you from running (e.g jogging / on soft or uneven ground)?	Jogging for extended periods possible
Impossible on my own, need constant help	How much do foot problems affect your daily activities (e.g. getting dressed, eating, washing etc)?	No limitation
Traveling impossible	How much do foot problems restrict traveling (traveling with trains, busses, aircrafts etc.)?	No limitation
Can only wear orthopaedic shoes	Do you have problems finding good footwear?	Can wear any type of shoe
On uneven ground walking is impossible	How much do foot problems restrict walking on uneven ground?	No limitations on uneven ground
No sensation	How much is your sensation in your foot / feet reduced?	Normal sensation



# Fisio Master

È evidente che sempre di più si sta prendendo coscienza del fatto che la soddisfazione del paziente, la sua percezione sul trattamento ricevuto e sul suo stato di salute e funzionalità sono assolutamente importanti, e vanno tenute in considerazione. Per questo vengono sempre più utilizzate, accanto alle scale e alle valutazioni obiettive effettuate dall'operatore, scale e questionari compilati dal paziente come quelli appena visti, soggettivi, ma fondamentali per comprendere meglio il paziente stesso, la sua soddisfazione, le sue aspettative e le sue necessità.

Se, però, il successo di una ricostruzione del tendine d'Achille si misura, nel paziente medio, con l'assenza di complicanze o recidive, con il recupero ottimale della funzionalità e con il ritorno alle attività della vita quotidiana, gli atleti professionisti rappresentano invece una fetta di popolazione a sé stante, per cui un aspetto fondamentale da valutare sarà il ritorno allo sport. Questo per via delle richieste fisiche e funzionali dello sport che praticano, che per questi pazienti non è semplicemente un passatempo, bensì un lavoro, la loro principale fonte di reddito. In questa tipologia di pazienti, perciò, il successo della ricostruzione di questo forte e robusto tendine deve essere misurato anche attraverso le performance sportive e il ritorno allo sport. La conoscenza del livello delle performance di questi atleti prima e dopo l'infortunio è cruciale per comprendere l'impatto che l'infortunio stesso ha avuto sulla vita e sulla carriera del paziente, per effettuare una corretta valutazione, e per comprendere le necessità e le aspettative del paziente. Ovviamente, il paziente desidera tornare al livello sportivo pre-infortunio, e questa è una grande sfida per tutta l'équipe medica, fisioterapica, e per il paziente stesso. Vi sono, perciò, anche altri parametri sport-specifici da valutare. Una valutazione frequentemente utilizzata è l'ALSA, ossia Advanced Lower Extremity Sports Assessment (Valutazione avanzata dell'arto inferiore nello sport).



# Fisio Master

È uno strumento basato su criteri precisi, concepiti appositamente per rilevare deficit funzionali in atleti affetti da lesioni degli arti inferiori e che vogliono tornare a fare sport. Consiste in una serie di test di rendimento funzionale, preceduti da un riscaldamento dinamico.

- 
- Riscaldamento dinamico: 10-15 minuti, per un percorso di 9-18mt, che consiste in:

---

Corsa leggera in avanti e indietro, 2 giri

Passo laterale verso destra e sinistra, 2 giri

Skip, 1 giro

Corsa con talloni ai glutei, 1 giro

Carioca, 2 giri

Allungamento dinamico degli ischiocrurali in avanti ed in rotazione, 1 giro per tipo

Affondi in avanti, affondi laterali, affondi all'indietro, 1 giro per tipo

Saltelli in bipodalica e monopodalica, avanti e indietro, 1 giro per tipo

- 
- Test di rendimento funzionale: ad ogni prova viene assegnato il punteggio 1 se eseguita correttamente, o 0 se ritenuta insoddisfacente. Le prove sono:

Squat in bipodalica	L'atleta deve restare con i piedi alla stessa distanza delle spalle ed effettuare il piegamento come se volesse sedersi su una sedia fino a portare le cosce parallele al pavimento, mantenere la posizione corretta del rachide, ginocchia allineate con il secondo dito del piede e talloni al suolo. 8 ripetizioni.
---------------------	--

Squat in monopodalica	Braccia incrociate davanti al petto, appoggio monopodalico, piegamento fino a raggiungere 60° di flessione delle ginocchia, mantenere la posizione per 5s senza perdere l'equilibrio, controllando discesa e risalita. 5 ripetizioni per lato.
-----------------------	--



# Fisio Master

Salti in lungo	Il paziente, con le mani dietro la schiena e i piedi sulla linea di partenza, deve saltare in avanti coprendo la maggior distanza possibile. La prova si considera superata se l'atleta salta per una distanza pari alla sua altezza. L'atleta può compiere 3 tentativi.
Salto in lungo in monopodalica	Quello che viene misurato in questo test è l'indice di simmetria dell'arto (LSI): si misura la distanza coperta dal salto effettuato in appoggio monopodalico sull'arto sano e su quello operato e si valuta la differenza. Per superare la prova, tale indice deve essere pari o maggiore all'85%. L'atleta ha a disposizione 3 tentativi.
Salto in monopodalica cronometrato (6mt)	L'atleta, mani dietro la schiena e in appoggio monopodalico, salta il più velocemente possibile per coprire una distanza di 6mt, e si misura il tempo che impiega. L'atleta ha a disposizione 3 prove. Viene valutato l'indice di simmetria dell'arto, e si considera superata la prova se questo è pari o superiore all'85%.
Triplo salto in lungo su una gamba sola	L'atleta, in appoggio monopodalico e con le mani dietro la schiena, salta e atterra sullo stesso piede effettuando tre salti consecutivi il più lontano possibile. Si misura la distanza percorsa e si valuta l'LSI, che dovrà essere pari o superiore all'85% affinché la prova venga considerata superata. Si effettuano 3 tentativi.
Salti in monopodalica con arresti	L'atleta, in appoggio monopodalico, esegue un salto sottomassimale rimanendo fermo nel punto in cui atterra per 5 secondi. Si ripete 10 volte per arto inferiore.
Triplo salto in monopodalica con arresti	L'atleta, in appoggio monopodalico, esegue un triplo salto sottomassimale rimanendo fermo nel punto in cui atterra per 5 secondi. 5 ripetizioni per arto superiore.
Equilibrio in monopodalica ad occhi aperti per 30s.	



# Fisio Master

Equilibrio in monopodalica ad occhi chiusi per 30s.

Corsa ad 8	Si collocano due coni alla distanza di 6 mt e si chiede all'atleta di correre tracciando un 8 attorno ad essi, partendo alla sinistra e poi alla destra del cono, 2 volte per lato. L'atleta non può toccare il cono. Si valuta l'LSI.
Scatti e stop	L'atleta parte con uno scatto al segnale dell'operatore e si ferma al segnale di stop. L'operatore si colloca a varie distanze per dare il segnale, e darà 5 segnali di stop in totale, per una distanza di circa 40mt. L'atleta deve fermarsi senza passi in più, perdite di equilibrio o del controllo del baricentro. Si misura il numero degli stop riusciti.

Questa valutazione viene effettuata per testare gli atleti, dai dilettanti ai livelli superiori, impegnati in sport che prevedano movimenti diagonali, salti e rotazioni, come calcio, pallacanestro, football americano, pallavolo, ginnastica, lacrosse ecc. Per i test in monopodalica, si inizia dalla valutazione dell'arto sano. Il test nel suo complesso si considera superato se sono state superate almeno l'85% delle prove. È stato suggerito di effettuare tale test dopo affaticamento muscolare, per controllare movimenti di compenso e per metterlo in condizioni simili a quelle che troverà tornando allo sport, ossia stanchezza e contatto.

Lo scopo finale è, ancora una volta, quello di garantire un ritorno allo sport che sia il più sicuro possibile, e pertanto sarà doveroso valutare l'atleta nel suo complesso, collocandolo successivamente nell'ambiente esterno, nell'ambiente di gioco (effettuando i test in campo, su erba, su pista ecc.), e cercando di ricreare la situazione sportiva al fine di valutare proprio l'inserimento dell'atleta nel suo ambiente e di garantire un ritorno più sicuro possibile e un risultato più soddisfacente per tutti.



## X. MATERIALI E METODI

Per la ricerca del materiale, oltre a diversi libri di testo, sono stati utilizzati i motori di ricerca PubMed e PEDro, e le parole chiave utilizzate sono state: Achilles tendon, rupture, athletes, sport, rehabilitation, proprioception, management.

I risultati sono stati:

- Achilles tendon rupture: 267 risultati

E, più nello specifico:

- Achilles tendon rupture sport: 57 risultati
- Achilles tendon rupture athletes: 16 risultati
- Achilles tendon rupture rehabilitation: 55 risultati
- Achilles tendon rupture management: 40 risultati
- Achilles tendon proprioception: 23 risultati

Alla ricerca, effettuata tra Luglio e Ottobre 2018, sono stati applicati i seguenti filtri:

- lingua inglese; studi effettuati su esseri umani; testo disponibile gratuitamente.

Sono stati poi eliminati i case report, gli studi non inerenti l'ambito sportivo, gli studi in cui i pazienti presentavano situazioni croniche, comorbilità e, in particolare, tendinosi e/o tendiniti al tendine d'Achille e i casi di lesioni parziali.

Gli articoli presi in considerazione sono, in totale, 47, pubblicati tra il 1987 e il 2017.

In particolare, questi articoli riguardavano:

- Anatomia e biomeccanica: 2
- Epidemiologia: 4
- Diagnosi: 1
- Trattamento conservativo e chirurgico: 16
- Trattamento riabilitativo: 7
- Propriocezione e la riabilitazione propriocettiva: 9



# Fisio Master

- Outcome e il ritorno allo sport: 8



## XI. RISULTATI E DISCUSSIONI

Questa tesi nasce innanzitutto dall'interesse verso l'ambito sportivo e la traumatologia e riabilitazione sportiva. Ho così iniziato ad addentrarmi nell'argomento della rottura del tendine d'Achille in ambito sportivo, e in seguito a ricerche ho notato come in letteratura fossero presenti alcuni studi circa la permanenza di deficit propriocettivi anche a distanza di un anno dall'intervento chirurgico di ricostruzione del tendine d'Achille. Tali deficit assumono una particolare importanza a maggior ragione nell'ambito sportivo professionistico, poiché le richieste fisiche verso un atleta d'élite sono elevate e la sua unica fonte di sostentamento proviene proprio dalla competizione e dallo sport. Se quello che si ricerca nel paziente sportivo è, quindi, un ritorno ai livelli pre-infortunio, appare evidente come la permanenza di un deficit del genere possa essere un problema importante. Per questa ragione, la tesi si focalizza sull'importanza della riabilitazione propriocettiva in seguito ad una rottura del tendine d'Achille in ambito sportivo.

Uno dei motivi che mi hanno spinto a voler studiare l'argomento della mia tesi è stato il vedere, nel mondo sportivo, l'enorme impatto che la rottura del tendine d'Achille ha sulla carriera di un atleta. In particolare, mi sono trovata davanti diversi studi interessanti sull'impatto di questo infortunio nella carriera sportiva, che spesso veniva addirittura stroncata. Tali studi saranno ora oggetto di discussione.



## → a. L'IMPATTO DELLA ROTTURA DEL TENDINE D'ACHILLE SULLA CARRIERA SPORTIVA<sup>35,36,37</sup>

Uno primo studio interessante in merito è quello di Parekh et al. del 2009, che ha preso in esame 31 giocatori della NFL dopo una rottura del tendine d'Achille. Dei 31 atleti presi in esame, il 36% non è mai tornato a giocare nella NFL e i restanti giocatori hanno visto le loro performance ridursi drasticamente.

Un altro studio, di Amin et al. del 2013, ha valutato l'outcome e il ritorno allo sport dei giocatori di NBA, prendendone in esame 18 e confrontando i loro risultati pre e post-intervento e mettendoli successivamente a confronto con un gruppo di controllo sano e compatibile per altezza, peso, performance, carriera e posizione di gioco. I parametri valutati, sport-specifici, sono stati:

- a. Ritorno allo sport
- b. Blocchi
- c. Recupero palle
- d. Rimbalzi
- e. Tiri liberi
- f. Tiri dal campo

Su 18 giocatori, 7 non sono mai tornati a giocare in NBA: si tratta del 39%, una percentuale molto alta. Tra i restanti, 3 sono tornati per solo una stagione, ritirandosi successivamente, mentre gli altri sono rimasti in NBA per le due stagioni successive ed oltre. Tra coloro che sono tornati a competere il livello delle performance si è ridotto rispetto al periodo pre-intervento, e questo è risultato inferiore anche rispetto al gruppo di controllo. Sono risultati peggioramenti in ogni parametro,



# Fisio Master

specialmente nei blocchi, nel recupero palle e nei rimbalzi.



# Fisio Master

Punto importante di questo studio è stata anche l'analisi della correlazione tra le performance pre-intervento e l'outcome: si è evinto che, i giocatori che avevano avuto migliori performance nei due anni prima dell'infortunio hanno avuto un outcome decisamente migliore nel post-intervento. Questo ci suggerisce che l'impatto della rottura del tendine d'Achille, sebbene sia un infortunio sempre e comunque insidioso, dipende anche dallo stato generale dello sportivo, indicativo delle sue performance.

Uno studio più recente ed ancora più esaustivo è quello di Trofa et al. che nel 2017, hanno effettuato esaminato il ritorno in campo e le performance di sportivi professionisti provenienti da NBA (National Basketball League), NFL (National Football League) e MLB (Major League Baseball).

Sono stati presi in esame 62 sportivi: 17 dalla NBA, 25 dalla NFL e 5 dalla MLB, e sono stati valutati i seguenti parametri, ad uno e a due anni di distanza dall'intervento chirurgico di ricostruzione del tendine d'Achille:

- a. Ritorno in campo
- b. Numero di partite giocate per stagione
- c. Tempo di gioco
- d. Performance di gioco

a. Ritorno in campo:

Dei 62 atleti presi in esame, 19 non sono tornati a giocare nelle rispettive leghe (NBA, NFL, MLB, NHL) nei due anni successivi all'intervento: parliamo del 30,6% di media e, distinguendo per sport per NBA: 32%; NFL 34,5% - MLB 0%.



# Fisio Master

Appare evidente, ancora una volta, come questa percentuale sia estremamente alta, e questo ci evidenzia ulteriormente come una rottura del tendine d'Achille sia un infortunio importante, invalidante ed estremamente insidioso. Uno stop di due o più anni dallo sport, per un professionista del settore, può significare la fine della propria carriera.

## b. Numero di partite giocate per stagione

Tra gli atleti che sono ritornati in campo vi è stata una riduzione nel numero di partite giocate per stagione. In media, dopo un anno dall'intervento, gli atleti hanno giocato il 75,4% delle partite rispetto al periodo pre-infortunio, e dopo due anni l'81,9%. Analizzando le tre leghe separatamente, si evince che nell'NBA il numero delle partite giocate è stato significativamente più basso nei due anni dopo l'intervento (rispettivamente 67,5% nel primo anno e 68,5% nel secondo), nella NFL ci sono state differenze significative solo nell'anno successivo (84,4%) e, nella MLB le differenze non sono mai state significative (Fig. 53).

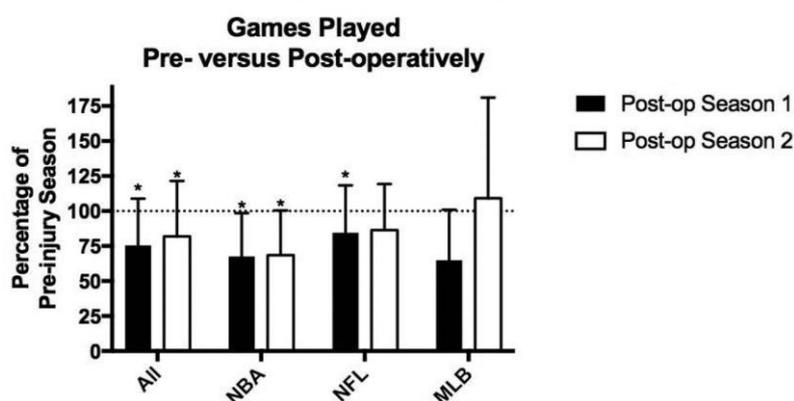


Fig. 53: Partite giocate, prima e dopo l'infortunio. Trofa et al. (2017) <sup>37</sup>

È evidente, quindi, come l'impatto dell'infortunio sia diverso a seconda non solo del paziente, del suo stato di salute generale e della sua motivazione, ma anche a seconda del tipo di sport praticato, anche se bisogna tenere conto del fatto che gli atleti di MLB che rientravano nei criteri per partecipare allo studio erano solamente



# Fisio Master

5.



# Fisio Master

## c. Tempo di gioco

Per questo parametro sono stati valutati aspetti diversi per i tre sport. Per l’NBA sono stati presi in considerazione i minuti giocati per partita, per la NFL il numero di partite giocate dall’inizio, e per la MLB il numero di innings.

Anche questi parametri hanno risentito dell’infortunio: si parla, in media, di una riduzione del 27,9% nel primo anno e del 32,9% nel secondo, rispetto agli standard pre-infortunio. Anche in questo caso, però, vi sono significative differenze tra le singole leghe. Gli atleti di NBA hanno avuto, anche in questo caso, il calo più drastico, vedendo i minuti giocati ridursi del 47,2% nel primo anno e del 46,4% nel secondo. Non ci sono stati risultati altrettanto significativi per gli atleti di NFL o MBL.

I primi hanno visto una riduzione nei termini del 9,2% nel primo anno e del 26,2% nel secondo; i giocatori di MBL hanno visto gli innings giocati ridursi del 36,9% nel primo anno e del 13,8% nel secondo (Fig. 54).

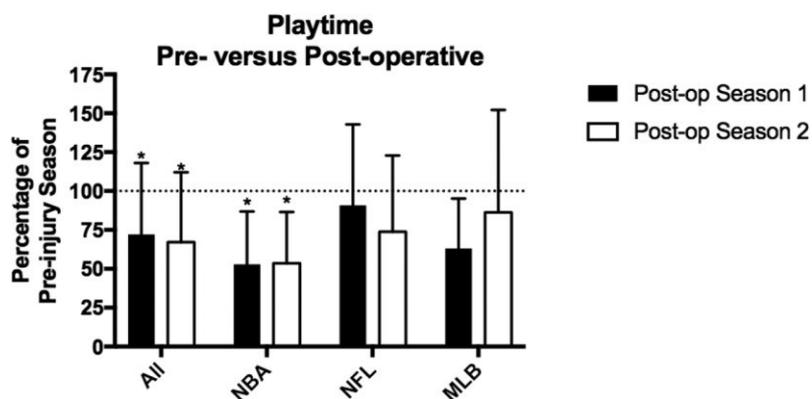


Fig. 54: Tempo di gioco, prima e dopo l’infortunio. Trofa et al. (2017) <sup>37</sup>



# Fisio Master

## d. Performance di gioco

Nella valutazione delle performance è apparso evidente come tutti gli atleti, in media, avessero giocato ad un livello significativamente più basso ad uno e due anno dall'intervento chirurgico: si parla rispettivamente del 74,8% e del 77,7% rispetto al pre-infortunio.

Anche qui vi sono differenze tra le tre leghe: se i giocatori di MBL non hanno riscontrato significative differenze, dimostrandosi ancora una volta i giocatori meno colpiti dall'infortunio, i giocatori di NBA hanno visto le loro performance ridursi al 77% e 79,4% ad uno e due anno dopo l'intervento rispetto al pre-operatorio. I giocatori di NFL hanno avuto risultati anche peggiori: 69,6% e 67,1%.

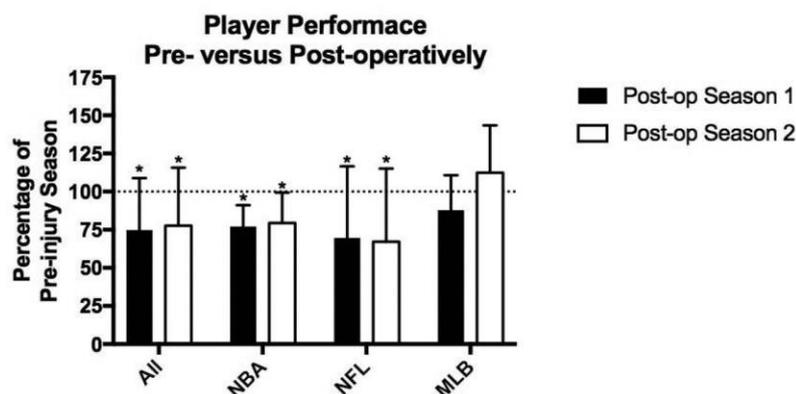


Fig. 55: Performance di gioco, prima e dopo l'infortunio. Trofa et al. (2017) <sup>37</sup>

I 62 atleti sono stati inoltre messi a confronto con un gruppo di controllo, composto da sportivi professionisti che non avevano mai subito trattamenti chirurgici significativi agli arti inferiori, con performance, carriere e livelli di gioco simili a quelli degli atleti infortunati e che avevano giocato lo stesso loro numero di stagioni al momento dell'infortunio.

I parametri valutati sono stati gli stessi, e si è evinto che gli atleti infortunati hanno giocato meno partite e hanno visto ridursi il tempo e le performance di gioco in



# Fisio Master

maniera significativa nell'anno successivo all'intervento.



# Fisio Master

Dopo due anni, invece, le differenze non sono state altrettanto significative.

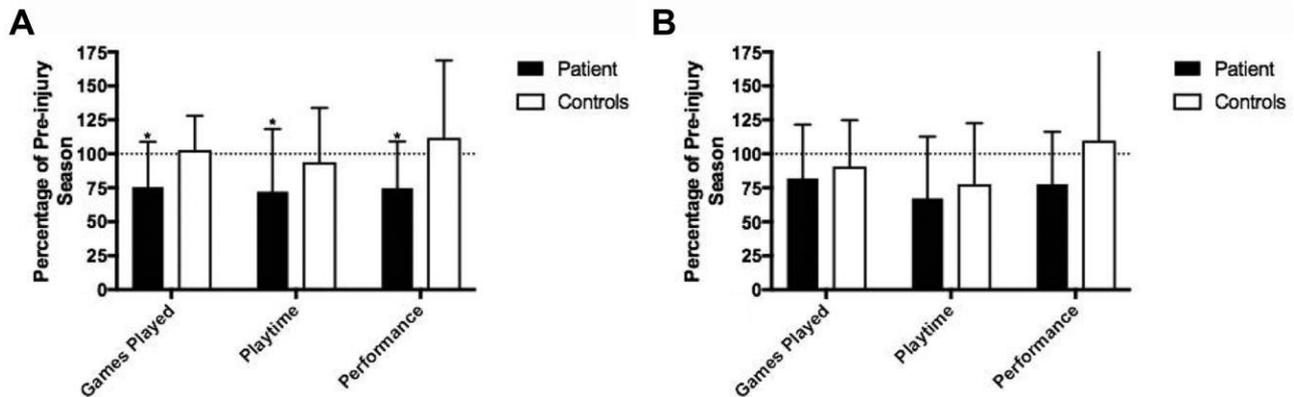


Fig. 56: Confronto tra pazienti e gruppo di controllo. Trofa et al. (2017) <sup>37</sup>

Da questi studi si evince, ancora una volta, come la rottura del tendine d'Achille sia un infortunio insidioso e complesso, specialmente per uno sportivo professionista, con richieste ed aspettative decisamente elevate. L'outcome dipenderà non solo dallo stato di salute generale, dalla riuscita dell'intervento, dalla qualità della riabilitazione e dalla compliance del paziente, ma anche dallo sport praticato e dal suo ruolo in campo. Questo infortunio può mettere fine alla carriera dello sportivo, o ridurne la qualità di gioco e le performance. Sicuramente sarà utile proseguire nella ricerca e nello studio di trattamenti e protocolli riabilitativi sempre più efficaci, per potersi muovere verso outcome sempre migliori e sempre meno drammatici per chi vede nel suo sport, come già detto, il suo lavoro.



# Fisio Master

Durante le mie ricerche sull'argomento, ho notato inoltre come l'impatto di questo infortunio fosse importante anche in ambito propriocettivo, trovandomi di fronte, come accennato precedentemente, a degli studi che valutavano la permanenza di un deficit propriocettivo anche ad un anno dalla ricostruzione di questo forte e robusto tendine. Questi deficit saranno ora oggetto di discussione.

## → b. DEFICIT PROPRIOCETTIVI IN SEGUITO A ROTTURA DEL TENDINE D'ACHILLE<sup>3,10,15</sup>

Nel 2004, Bressel et al. hanno condotto un importante studio circa il livello di propriocezione dei pazienti con esito di ricostruzione chirurgica del tendine d'Achille.

Tale studio ha analizzato 20 pazienti, un anno dopo l'intervento, ne ha valutato la propriocezione a livello della caviglia e ha messo a confronto il gruppo con un gruppo sano di controllo.

La valutazione è stata effettuata posizionando il paziente prono sul lettino, con le ginocchia prossime al bordo e le caviglie, quindi, al di fuori, libere di muoversi. Il paziente, senza l'ausilio della vista, veniva istruito ad effettuare una dorsiflessione fino al ricevimento di un comando di stop da parte dell'operatore. La posizione raggiunta veniva mantenuta per 5 secondi, dopodiché si chiedeva al paziente di ritornare in posizione neutra. Successivamente, si chiedeva nuovamente al paziente di raggiungere la posizione di dorsiflessione ottenuta poco prima. L'intera procedura è stata ripetuta 12 volte, con angoli di dorsiflessione sempre differenti e randomizzati.

Le posizioni ottenute dal paziente venivano registrate da un elettrogoniometro (Biometrics Ltd, Gwent, UK), con gli elettrodi posizionati secondo le indicazioni dell'apparecchio. I segnali provenienti dagli elettrodi erano, poi, trasmessi ad un



# Fisio Master

display e registrati.



# Fisio Master

Veniva, così, analizzata la differenza tra l'angolo target, ottenuto allo stop dell'operatore, e i successivi, riprodotti dal paziente.

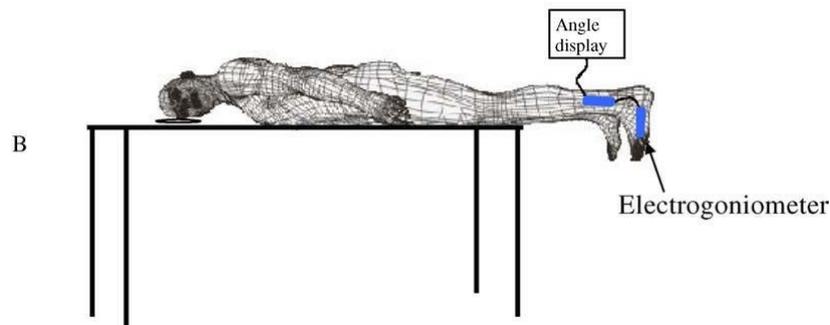


Fig. 57: Test propriocettivo con elettrogoniometro. Bressel et al. (2004), <sup>15</sup>

Lo studio ha evidenziato deficit propriocettivi, non solo a livello della caviglia con tendine ricostruito, ma anche in quella sana, seppur in misura minore: questo potrebbe suggerirci che il deficit propriocettivo potrebbe essere preesistente, ed essere uno dei fattori alla base dell'infortunio. La differenza tra angolo percepito e angolo target, detta errore, si è dimostrata, infatti, significativamente rilevante, non tanto tra i due arti del paziente quanto al confronto col gruppo di controllo, come si evince dalla tabella in basso.

Comparison of the dependent variable responses (mean, SD) between the involved (ruptured Achilles tendon) and uninvolved (non-ruptured) extremity of the experimental group and between the control group

	Experimental		Control Mean of limbs
	Involved	Uninvolved	
Absolute error (°)	1.35 (0.49) <sup>a</sup>	1.39 (0.52) <sup>a</sup>	1.03 (0.39)

Fig. 58: Confronto tra arto operato ed arto sano.

(a: Significantly different from control group). Bressel et al (2004) <sup>15</sup>



# Fisio Master

Un altro studio importante in tale ambito è quello di Kaya et al, che nel 2012 hanno valutato il livello di propriocezione di 19 pazienti dopo un anno dall'intervento chirurgico di ricostruzione percutanea del tendine d'Achille.

La propriocezione è stata valutata a livello della caviglia, ed è stata definita dalla capacità di raggiungere un determinato angolo di plantiflessione o dorsiflessione, detto "angolo target" in maniera attiva, senza l'ausilio della vista, ossia ad occhi chiusi.

Il senso di posizione dell'arto è stato valutato e misurato utilizzando il Biodex System 3 (Biodex Corp., Shirley, NY, USA) (Fig. 59).



Fig. 59: Biodex System 3. Kaya et al. (2012) <sup>10</sup>

I pazienti venivano fatti sedere sull'apparecchio, con le ginocchia flesse e lo schienale reclinato di circa 10°, i piedi scalzi ed in posizione neutra. Veniva allora chiesto loro di chiudere gli occhi e di muovere la caviglia di 10° in dorsiflessione e 15° in plantiflessione, attivamente. Nel momento in cui il paziente avesse ritenuto di aver raggiunto la posizione richiesta, avrebbe premuto un pulsante e il macchinario avrebbe registrato la posizione e mostrato l'angolo raggiunto su un goniometro sullo schermo. L'esercizio doveva essere così ripetuto per 6 volte. Veniva poi valutata la differenza tra l'angolo target e l'angolo percepito come tale dal paziente, e il tutto veniva confrontato con l'arto sano e con un gruppo di



# Fisio Master

controllo composto da individui sani.



# Fisio Master

Da questa analisi si è evinto che vi era un deficit propriocettivo in entrambi i movimenti, maggiore nella plantiflessione, come si evince dalla tabella in basso (Fig.60).

Anche questo test è stato effettuato dopo un anno dall'intervento: ciò ci suggerisce che tali deficit possono residuare anche nel lungo termine.

	Patients ( <i>n</i> = 19) Mean ± SD	Control ( <i>n</i> = 19) Mean ± SD	<i>p</i> *
Joint position sense (°)			
10° DF	12.2 ± 3.6	9.2 ± 1.9	0.02
15° PF	22.2 ± 6.4	15.8 ± 2.6	0.01

\* Independent sample *t* tests

Fig. 60: Confronto tra pazienti e gruppo di controllo. Kaya et al. (2012) <sup>10</sup>

Poiché si sostiene che proprio una propriocezione deficitaria possa esporre al rischio di infortuni, sicuramente è fondamentale intervenire su questo aspetto con la riabilitazione sin da subito: se un anno può essere sufficiente per la guarigione dei tessuti molli e per il connettivo, ristabilire le proprietà neuromotorie può, evidentemente, richiedere più tempo.



## XII. CONCLUSIONI

Il tendine d'Achille è il tendine più forte e robusto del corpo, ma anche una delle più frequenti sedi di infortunio in ambito sportivo. Proprio in virtù della sua forza e della sua importanza per la stazione eretta, il cammino, la corsa e per innumerevoli gesti atletici, una sua rottura completa rappresenta un'estrema destabilizzazione, specialmente per lo sportivo. Un atleta professionista si vedrà costretto all'intervento chirurgico, ad un tempo lungo di riabilitazione e potrà andare incontro a riduzioni delle sue performance e ad un'astensione prolungata dalle competizioni, che potrebbe portare ad un'incrinatura permanente o ad una fine prematura della sua carriera, con impatti psicologici e sociali considerevoli. Pertanto, è assolutamente d'interesse di tutta l'équipe sanitaria adoperarsi affinché ciò non avvenga, ed il fisioterapista avrà un ruolo fondamentale dall'inizio alla fine, quando si dovrà valutare il ritorno in campo. Ciò rappresenta una sfida, in cui il fisioterapista dovrà affrontare la voglia dell'atleta di ritornare in campo il prima possibile, utilizzando al meglio le proprie conoscenze e competenze al fine di garantire un ritorno soddisfacente per l'atleta che sia il più sicuro possibile e che avvenga al momento opportuno, per non esporlo a rischi di nuovi infortuni e recidive che potrebbero metterne a rischio definitivamente la carriera. Il trattamento dovrà, quindi, essere globale, personalizzato, "cucito sul paziente", efficace ed efficiente, utilizzando i mezzi, gli strumenti ed i luoghi idonei, ricercando una continua compliance da parte del paziente, informandolo costantemente, adeguatamente e valutandolo periodicamente. Ogni aspetto dovrà essere oggetto di valutazione: il paziente a 360°, lo stato generale di salute, il dolore, la sede di incisione chirurgica e la cicatrice, il gonfiore, il ROM, la forza e il trofismo, l'umore e la motivazione, senza trascurare ovviamente la propriocezione.



# Fisio Master

Come abbiamo visto, infatti, la propriocezione è assolutamente fondamentale per la stabilità articolare, per la pianificazione di un gesto, per il controllo neuromuscolare e per la prevenzione di infortuni e recidive. Per questa ragione è assolutamente fondamentale iniziare il training propriocettivo il prima possibile, rendendolo vario, graduale, stimolante, motivante, sfruttando vari mezzi e portandolo poi sul campo, nel quotidiano dell'atleta. La propriocezione rappresenta uno degli aspetti di maggiore importanza anche nella valutazione del ritorno in campo, pertanto va sottolineato come il training propriocettivo non debba essere sottovalutato, né in fase riabilitativa, né a lungo termine: è il training propriocettivo, anche in allenamento, off-season e in-season, a ridurre il rischio di infortuni. Il deficit propriocettivo, infatti, evidenziato negli studi di Bressel et al (2004) e Kaya et al (2012), era presente a livello di entrambe le caviglie dei pazienti, dopo un anno dalla ricostruzione chirurgica: questo può farci sospettare che il deficit fosse stato aggravato dall'infortunio, ma probabilmente era già presente dal principio. E questo ci può suggerire che il deficit fosse alla base degli infortuni, che possa aver esposto gli atleti agli stessi o che abbia rappresentato comunque un fattore di rischio. Se così fosse, a maggior ragione sarebbe importante portare il training propriocettivo in campo, in collaborazione col preparatore atletico, per prevenire questo ed altri infortuni debilitanti. Tuttavia, vi sono pochi studi in merito, e ulteriori ricerche potrebbero produrre risultati interessanti. Ciò che è certo è che il deficit propriocettivo era presente dopo addirittura un anno dalla ricostruzione chirurgica: questo significa che, se il recupero muscolare può essere relativamente rapido, non lo è quello propriocettivo. È per queste ragioni che ritengo che un corretto training propriocettivo debba essere effettuato sin dalle prime fasi della riabilitazione, in maniera efficace ed efficiente, e debba essere proseguito anche in campo con il preparatore atletico, quindi nel lungo termine.



# Fisio Master

Gli infortuni nello sport rappresentano la più grande paura degli atleti, e pertanto la ricerca si sta muovendo per prevenirli adeguatamente e per trattarli nella maniera più efficace, rapida, sicura e soddisfacente possibile, conciliando la voglia dell'atleta di tornare in campo con la massima efficacia e sicurezza, che rappresentano i punti cardine del trattamento sanitario e riabilitativo.



## BIBLIOGRAFIA.

1. Standing S, “L’anatomia del Gray. Le basi anatomiche per la pratica clinica”, Vol. 2, Ed. Edra – Masson, 40ª edizione, 2008
2. Brotzman SB, Manske RC, “La riabilitazione in ortopedia”, Ed. Edra, III edizione, 2008.
3. Kaya D., Yuksel I., Turhan E., Aşik M., Doral M.N. “Proprioceptive and Functional Exercises After Ankle Surgery”. In: Doral M., Karlsson J. (eds) Sports Injuries. Springer, Berlin, Heidelberg; 2015.
4. Carden DG, Noble J, Chalmers J, Lunn P, Ellis J, “Rupture of the calcaneal tendon: the early and late management”, The journal of bone and joint surgery, 1987 69-B, 3
5. Maffulli N, Waterson SW, Squair J, Reaper J, Douglas AS, “Changing incidence of Achilles tendon rupture in Scotland: a 15-year study”, Clinical Journal of Sport Medicine 1999, Vol. 9, 157-160
6. Schepsis AA, Jones H, Haas AL, “Achilles tendon disorders in athletes”, The American Journal of Sports Medicine 2002; 30(2)
7. Weisskirchner Barfod K, “Achilles tendon rupture; assessment of non-operative treatment”, Danish Medical Journal 2014
8. Hess GW, “Review: Achilles tendon rupture. A review of etiology, population, anatomy, risk factors and injury prevention.”, Foot & Ankle Specialist 2009; 3(1)
9. Doral MN, Bozkurt M, Turhan E, Ayvaz M, Atay OA, Uzumcugil A, Leblebicioglu G, Kaya D, Aydog T “Percutaneous suturing of the ruptured Achilles tendon with endoscopic control” Arch Orthop Trauma Surg 2009; 129:1093–1101
10. Kaya D, Doral MN, Nyland J, Toprak U, Turhan E, Donmez G, Citaker S, Atay OA, Callaghan M, “Proprioception level after endoscopically guided percutaneous Achilles tendon” Knee Surg Sports, Traumatol Arthrosc 2012; 21:1238–1244
11. Sorrenti SJ, “Achilles tendon rupture: effect of early mobilization in rehabilitation after surgical repair” Foot Ankle Int 2006; 27:407–410
12. James R, Kesturu G, Balian G, Chhabra AB, “Tendon: biology, biomechanics, repair, growth factors, and evolving treatment options”, J Hand Surg Am 2008; 33:102–112
13. Thevendran G, Sarraf KM, Patel NK, Sadri A, Rosenfeld P “The ruptured Achilles tendon: a current overview from biology of rupture to treatment”, Musculoskeletal Surg 2013; 97:9-20
14. Wertz J, Galli M, Borchers JR, “Achilles Tendon Rupture: Risk Assessment for Aerial and Ground Athletes”, Sports Health 2012; 5(5)
15. Bressel E, Larsen BT, McNair PJ, Cronin J, “Ankle joint proprioception and passive mechanical properties of the calf muscles after an Achilles tendon rupture: a comparison with matched controls” Clinical Biomechanics 2004, 19:284–291
16. Doral MN, Bozkurt M, Turhan E, Dönmez G, Demirel M, Kaya D, Ateşok K, Atay Ö.A, Maffulli N “Achilles tendon rupture: physiotherapy and endoscopy-assisted surgical treatment of a common sports injury”, Journal of Sports Medicine 2010, 1:233-240
17. Heckman DS, Gluck GS, Parekh SG, “Tendon disorders of the foot and ankle, part



# Fisio Master

2: Achilles tendon disorders”, Am J Sports Med 2009; 37:1223-1234



18. Metz R, Verleisdonk EJ, van der Heijden GJ, Clevers GJ, Hammacher ER, Verhofstad MHJ, van der Werkren C “Acute achilles tendon ruptures: minimally invasive surgery versus nonoperative treatment with immediate full weightbearing - a randomized, controlled trial.”, *Am J Sports Med* 2008; 36:1688-1694
19. Maganaris CN, Narici MV, Maffulli N “Biomechanics of the Achilles tendon”, *Disability & Rehabilitation* 2008; 30:20,1542 — 1547
20. Jerome CP, Moncayo V, Terk MR, “MRI of the Achilles tendon: A comprehensive review of the anatomy, biomechanics, and imaging of overuse tendinopathies” *Acta Radiologica* 2010; 430-454
21. D’Hooghe P, Nilsson-Helander K, Olsson N, Karlsson J “Total Achilles Tendon Ruptures: Current Trends” in Doral MN, Karlsson J (eds.), “Sports Injuries: prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation”, Ed. Springer, 2<sup>a</sup> edizione, 2012
22. Trickett RW, Hodgson P, Lyons K, Thomas R. “Effect of knee position on gap size following acute Achilles rupture.” *Foot Ankle Int* 2011; 32: 1-4
23. Gulati V, Jaggard M, Al-Nammari SS, Uzoigwe C, Gulati P, Ismail N, Gibbons C, Gupte C “Management of achilles tendon injury: A current concepts systematic review” *World J Orthop* 2015; 6(4): 380-386
24. Fruensgaard S, Holm A “Achilles tendon rupture: non-operative treatment” *Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology*, 2000
25. Miller CP, Chiodo CP “Open Repair of Achilles Tendon Ruptures” *Techniques in Foot & Ankle Surgery*, 2017; 16 (2):62 — 67
26. Magnan B, Samaila E, Merlini M, Bartolozzi P, “Sutura mini-invasiva del tendine di Achille. Descrizione di tre tecniche chirurgiche” *G.I.O.T.* 2010; 36:125-130
27. Cukelj F, Bandalovic A, Knezevic J, Pavic A, Pivalica B, Bakota B “Treatment of ruptured Achilles tendon: Operative or non-operative procedure?” *Injury, Int. J. Care Injured* 2015; 46(6):137–142
28. Doral M.N. et al. “Endoscopy and Percutaneous Suturing in the Achilles Tendon Ruptures and Proprioceptive Physiotherapy”. In: Doral M., Karlsson J. (eds) *Sports Injuries*; Springer, Berlin, Heidelberg; 2015.
29. Turgut A., Sevensan A., Doral M.N. “Advantages of Endoscopy-Assisted Repair for Achilles Tendon Ruptures”. In: Doral M., Karlsson J. (eds) *Sports Injuries*; Springer, Berlin, Heidelberg; 2013
30. De Cupis V, Diotallevi R, Bertini E “Confronto tra tenorrafia classica e tenorrafia appoggiata da Ligastic nelle lesioni del tendine d’Achille”, *Acta Orthopaedica Italica* 1993; 17(16):1-9
31. Spennacchio P, Vascellari A, Cucchi D, Canata GL, Randelli P “Outcome evaluation after Achilles tendon ruptures. A review of the literature” *Joints.* 2016; 4(1): 52–61
32. Nilsson-Helander K, Thomeé R, Silbernagel KG, Thomeé P, Faxén E, Eriksson BI, Karlsson J, “The Achilles tendon total Rupture score (ATRS): development and validation.” *Am J sports Med.* 2007;35:421-426.
33. Leppilahti J, Forsman K, Puranen J, Orava S, “Outcome and prognostic factors of Achilles Rupture repair using a new scoring method.” *Clin orthop Relat Res.* 1998;(346):152-161.



# Fisio Master

34. Martin RL, Irrgang JJ, Burdett RG, Conti SF, Van Swearingen JM, “Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)” *Foot Ankle Int.* 2005;26:968-983.
35. Parekh SG, Wray WH, Brimmo O, Sennett BJ, Wapner K, “Epidemiology and outcomes of Achilles tendon ruptures in the National Football League.” *Foot Ankle Spec* 2009;2(6):283-286.
36. Amin NH, Old AB, Tabb, LP, Garg R, Toossi N, Cerynik DL, “Performance Outcomes After Repair of Complete Achilles Tendon Ruptures in National Basketball Association Players” *The American Journal of Sports Medicine* 2013; 41(8):1864-1868
37. Trofa D, Miller JC, Jang ES, Woode DR, Greisberg JK, Vosseller JT “Professional Athletes’ Return to Play and Performance After Operative Repair of an Achilles Tendon Rupture”, *The American Journal of Sports Medicine* 2017; 20(10):1-8
38. Doral MN, Bozkurt M, Turhan E, Donmez G, Demirel M, Kaya D, Atesok K, Atay OA, Maffulli N, “Achilles Tendon Rupture: physiotherapy and endoscopy-assisted surgical treatment of a common sports injury”, *Open Access Journal of Sports Medicine* 2010; 1:233-240
39. Longo UG, Petrillo S, Maffulli N, Denaro V, “Acute Achilles Tendon Rupture in Athletes”, *Foot Ankle Clin N Am* 2013; 18:319-338
40. Röijezon U, Clark NC, Treleaven J, “Proprioception in Musculoskeletal Rehabilitation. Part 1: Basic Science and Principles of Assessment and Clinical Interventions, *Manual Therapy*” 2015
41. Clark NC, Röijezon U, Treleaven J, “Proprioception in Musculoskeletal Rehabilitation. Part 2: Clinical Assessment and Intervention, *Manual Therapy*”; 2015.
42. Kim E, Kim T, Kang H, Lee J, Childers MK, “Aquatic versus land-based exercises as early functional rehabilitation for elite athletes with acute lower extremity ligament injury: a pilot study”, *Physical Medicine and Rehabilitation* 2010; 2(8):703-712
43. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH, “The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries”, *The American Journal of Sports Medicine* 1997; 25(1):130-137
44. Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J, “Refining rehabilitation with proprioception training”, *The Physician and Sports Medicine* 1997; 25(10): 89-102
45. Ergen E, Ulkar B, “Proprioception and ankle injuries in soccer”, *Clin Sports Med* 2008; 27:195-217
46. Leach RE, “Overall view of rehabilitation of the leg for running” in Mack RP (ed): “Symposium on the foot and leg in running sports”, St Louis, CV Mosby, 1982
47. Saleh M, Marshall P, Senior R, MacFarlane A, “The Sheffield splint for controlled early mobilisation after rupture of the calcaneal tendon. A prospective, randomised comparison with plaster treatment”. *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 1992; 74:206-209.
48. Wong J, Barrass V, Maffulli N “Quantitative Review of Operative and Nonoperative



# Fisio Master

Management of Achilles Tendon Ruptures” The American Journal of Sports  
Medicine 2002; 30(4): 565-575



# Fisio Master

49. Cetti et al «Operative versus nonoperative treatment of Achilles tendon rupture: a prospective randomized study and review of literature» The American Journal of Sports Medicine, 1993; 21(6): 791-799
50. Martini NH, Nath JL, “Fondamenti di anatomia e fisiologia” III ed, EdiSES S.r.L, 2010

## FOTO.

- Fig. 1. Anatomia della parte posteriore della gamba.  
Sobotta, “Atlas and Text-book of Human Anatomy Volume III Vascular System, Lymphatic system, Nervous system and Sense Organs”, 1907.
- Fig.2. Schema del passo.  
<https://clinicalgate.com/kinesiology-of-walking/>
- Fig.3. Titolo di giornale sull’infortunio di Vanessa Ferrari, ginnasta italiana.  
<https://www.quotidiano.net/sport/altri%20sport/foto/vanessa-ferrari-montreal-1.3452532>
- Fig. 4. Zanetti, calciatore, dopo infortunio del tendine d’Achille.  
[https://www.repubblica.it/sport/calcio/2013/05/01/news/tendine\\_zanetti-57834031/](https://www.repubblica.it/sport/calcio/2013/05/01/news/tendine_zanetti-57834031/)
- Fig. 5. Titoli di giornale su infortuni del tendine d’Achille tra sportive professioniste.  
5-1. <https://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2011-07-27/atletica-howe-rottura-tendine-201408.shtml?uuid=AanvclrD>  
5.2 <https://www.gazzetta.it/Nba/13-04-2013/nba-dramma-bryant-possibile-rottura-tendine-achille-92967061488.shtml>  
5-3. [http://www.corrieredellosport.it/news/calcio/serie-a/juve/2016/02/04-8185727/juventus\\_caceres\\_confermata\\_la\\_lesione\\_al\\_tendine\\_dachille/](http://www.corrieredellosport.it/news/calcio/serie-a/juve/2016/02/04-8185727/juventus_caceres_confermata_la_lesione_al_tendine_dachille/)
- Fig.6. Principio alla base della teoria degenerativa per la rottura del tendine d’Achille.  
D’Hooghe et al “Total Achilles Tendon Ruptures: Current Trends” 2012<sup>21</sup>.
- Fig.7. Thompson Test.  
<http://heelpain.weebly.com/achilles-tendon-rupture.html>
- Fig.8. Matles test.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Chronic-Achilles-tendonruptures.Padanilam/3e6e3173e5f08cc9fbb2de6f3443e6b133239f99/figure/2>
- Fig.9. Evidente rottura del tendine d’Achille sinistro.  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Rupture\\_tendon\\_achil%C3%A9en.pg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Rupture_tendon_achil%C3%A9en.pg)
- Fig.10. RM tendine d’Achille.  
Longo et al “Acute Achilles Tendon Rupture in Athletes” 2009<sup>39</sup>
- Fig. 11. Rottura del tendine d’Achille.  
<http://sibere.co/achilles-tendon-rupture-repair-surgery.html>
- Fig.12. Trattamento conservativo con ginocchiera gessata.  
Fruensgaard et al “Achilles tendon rupture: non-operative treatment” 2000<sup>24</sup>



# Fisio Master

- Fig.13. Trattamento conservativo con stivaletto gessato.  
Fruensgaard et al “Achilles tendon rupture: non-operative treatment” 2000<sup>24</sup>



# Fisio Master

- Fig.14. Cam Walker.  
<https://www.orthomen.com/products/rom-air-cam-walker-boot>
- Fig.15. Sheffield Splint.  
Saleh et al “The Sheffield splint for controlled early mobilisation after rupture of the calcaneal tendon. A prospective, randomised comparison with plaster treatment.” 1992
- Fig.16. Vacoped ©.  
<http://piede.oped.ch/vacoped/informazioni-sul-prodotto-vacoped-p/>
- Figg. 17-18-19. Intervento di ricostruzione di tendine d’Achille a cielo aperto.  
Miller et al “Open Repair of Achilles Tendon Ruptures”, 2017. <sup>25</sup>
- Fig. 20. Ricostruzione a cielo aperto.  
<http://wxec.info/timonium-surgery-center.html>
- Fig. 21. Procedimento schematizzato di ricostruzione del tendine d’Achille a cielo aperto.  
<http://sibere.co/left-foot-tendon-repair.html>
- Fig. 22. Cicatrice post-intervento a cielo aperto.  
Cukelj et al “Treatment of ruptured Achilles tendon: Operative or non-operative procedure?” 2015. <sup>27</sup>
- Fig. 23. Diverse tecniche di ricostruzione percutanea e minimamente invasiva del tendine d’Achille.  
Carmont et al “Percutaneous & Mini Invasive Achilles tendon repair”, 2011
- Fig. 24. tecnica chirurgica di ricostruzione percutanea.  
Magnan et al “Sutura mini-invasiva del tendine di Achille. Descrizione di tre tecniche chirurgiche” 2010. <sup>26</sup>
- Fig. 25. Procedura schematizzata della tecnica percutanea descritta.  
Cukelj et al “Treatment of ruptured Achilles tendon: Operative or non-operative procedure?” 2015. <sup>27</sup>
- Fig. 26. Situazione cutanea post-tecnica percutanea.  
Cukelj et al “Treatment of ruptured Achilles tendon: Operative or non-operative procedure?” 2015. <sup>27</sup>
- Fig. 27. Immagini endoscopiche.  
Turgut et al “Advantages of Endoscopy-Assisted Repair for Achilles Tendon Ruptures”, 2013.<sup>29</sup>
- Fig. 28. Intervento di ricostruzione in percutanea con endoscopia.  
Chih-Hao et al “Endoscopy-Assisted Percutaneous Repair of Acute Achilles Tendon Tears”, 2013
- Figg. 29-30. Tecnica mini-open.  
Magnan et al “Sutura mini-invasiva del tendine di Achille. Descrizione di tre tecniche chirurgiche” 2010. <sup>26</sup>
- Fig. 31. Esercizi contro resistenza con banda elastica.  
<http://www.podartis.it/news/18>
- Fig. 32. Esercizio di stretching del tricipite surale.  
<https://www.womenshealthmag.com/fitness/a20701420/straight-leg-calf-stretch-4/>



# Fisio Master

- Fig. 33. Heel-raise da stazione eretta.  
<https://fitnessspot.net/the-most-successful-exercises-to-cure-achilles-tendonitis/>



# Fisio Master

- Fig. 34. Heel-raise da stazione seduta.  
<https://homesecurity.press/quotes/eccentric-exercise-for-achilles-tendinopathy.html>
- Fig. 35: Protocollo riabilitativo.  
Brotzman SB, “La riabilitazione in ortopedia”, 2a edizione, Excerpta Medica Ed, 2003.
- Fig. 36. Corpuscoli di Meissner.  
<http://www.fisiokinesiterapia.biz/download/sensitive.pdf>
- Fig. 37. Corpuscoli di Pacini.  
Strandind S. “L’anatomia del Gray”, 40ª ed, Ed. Edra, 2009
- Fig. 38. Corpuscolo di Ruffini.  
Strandind S. “L’anatomia del Gray”, 40ª ed, Ed. Edra, 2009
  
- Fig. 39. Dischi di Merkel.  
<http://www.fisiokinesiterapia.biz/download/sensitive.pdf>
- Fig. 40: Star Excursion Balance Test.  
Plinsky et al “The Reliability of an Instrumented Device for Measuring Components of the Star Excursion Balance Test”, 2009.
- Fig. 41. Taping applicato per infortunio del tendine d’Achille.  
<https://www.pinterest.co.uk/pin/298856125257483088/>
- Fig. 42. Schema per la corsa a 8.  
[http://www.benessere.com/fitness\\_e\\_sport/traumi\\_da\\_sport/periodo\\_rieducativo.htm](http://www.benessere.com/fitness_e_sport/traumi_da_sport/periodo_rieducativo.htm)
- Fig. 43: Esercizio avanzato di rinforzo muscolare ed equilibrio: squat in monopodalica su dispositivo BOSU.  
<https://www.pinterest.it/pin/166070304983636129/?lp=true>
- Fig. 44. Esercizio di rinforzo muscolare contro resistenza con banda elastica.  
<https://www.youtube.com/watch?v=I9utbbqLRkA>
- Fig. 45. Esercizi di equilibrio su pedana instabile.  
Kaya et al “Proprioceptive and Functional Exercises After Ankle Surgery”, 2015
- Fig. 46 Esercizi di equilibrio su superfici instabili.  
<http://y-runner.blogspot.com/2014/04/esercizi-propriocectivi.html>
- Fig. 47. Esercizi pliometrici.  
Fig. 47-1. Squat Jump.  
<https://www.mensjournal.com/health-fitness/power-your-jump>  
Fig. 47-2. Salto su box.  
<https://sparcathens.com/acl-prevention-just-good-training/plyometrics/>  
Fig. 47-3. Salto laterale con ostacoli.  
<http://tokon.com/product/banana-steps/>  
Fig. 47-4. Jump Lunge.  
<https://www.myprotein.it/thezone/allenamento/esercizi-pliedometrici-allenamento-benefici/>
- Fig. 48. Idrokinesiterapia con tapisroulant.  
<https://www.musculardystrophyuk.org/get-the-right-care-and-support/people->



# Fisio Master

[and-places-to-help-you/professionals-and-organisations/hydrotherapy/](#)

- Fig. 49. Esercizio propriocettivo in acqua.



# Fisio Master

Eunkuk et al “Aquatic Versus Land-based Exercises as Early Functional Rehabilitation for Elite Athletes with Acute Lower Extremity Ligament Injury: A Pilot Study” 2010

- Fig. 50. Hydrobike.  
<https://www.montallegro.it/servizi/fisioterapia-ambulatoriale/idrokinesiterapia/>
- Fig. 51. Esercizi propriocettivi sport-specifici in campo.  
<https://www.toppphysio.it/esercizi-propriocectivi/>
- Fig. 52: Indicazioni per la terapia in acqua per il paziente sportivo.  
Harvey “Why Water?”, 1996.
- Figg. 53-56: Trofa et al. “Professional Athletes’ Return to Play and Performance After Operative Repair of an Achilles Tendon Rupture” 2017 <sup>37</sup>
- Figg. 57-58 Bressel et al “Ankle joint proprioception and passive mechanical properties of the calf muscles after an Achilles tendon rupture: a comparison with matched controls” 2004. <sup>15</sup>
- Figg. 59-60: Kaya et al. “Proprioception level after endoscopically guided percutaneous Achilles tendon” 2012.



# Fisio Master