



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

### **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

# **REHABILITATION AFTER ACHILLES TENDON REPAIR**

Candidato:

Dott. FT Ferrari Marco

Relatore:

Dott.ssa FT, OMT Maiolatesi Valentina

# INDICE

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
1.1 Anatomia e biomeccanica.....	4
1.2 Epidemiologia.....	6
1.3 Meccanismo lesivo .....	7
1.4 Esame clinico ed Imaging.....	8
1.5 Misure di Outcome.....	8
1.6 Trattamento: <i>to operate or not to operate</i> .....	9
<b>2. MATERIALI E METODI.....</b>	<b>10</b>
2.1 Obiettivi della ricerca .....	10
2.2 Strategie di ricerca.....	10
2.2 Criteri di Inclusione ed esclusione.....	11
2.3 Ricerca .....	12
<b>3. RISULTATI.....</b>	<b>12</b>
3.1 Selezione degli studi.....	12
3.2 Analisi degli articoli.....	13
<b>4. DISCUSSIONE.....</b>	<b>25</b>
<b>5. CONCLUSIONI.....</b>	<b>31</b>
<b>6. LIMITI DELL'ELABORATO.....</b>	<b>33</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>

## ABSTRACT

**Background:** La rottura acuta del tendine d'Achille è una lesione comune, che si verifica più frequentemente durante l'attività sportiva e nei maschi nella terza e quinta decade d'età. L'incidenza riportata varia da 5 a 36 rotture ogni 100.000 persone all'anno, e questo sembra essere in aumento. Hanno riportato specificatamente che il 53% delle rotture del tendine d'Achille si verifica con un meccanismo di spinta, il 17% con una dorsiflessione improvvisa e inaspettata della caviglia e il restante con violenta dorsiflessione di un piede plantarmente flesso, come potrebbe avvenire nella corsa, sprint, salto e le attività di agilità che coinvolgono contrazioni pliometriche esplosive. Inizialmente, l'individuo infortunato sperimenta un improvviso "pop sound" che potrebbe essere descritto come un "calcio da dietro". La rottura del tendine può essere gestita in modo conservativo o chirurgico, seguita da 3–6 mesi di riabilitazione.

**Obiettivi:** Lo scopo della revisione sistematica è quello di ricercare, tra i vari studi della letteratura, le evidenze scientifiche presenti riguardo al trattamento più efficace e che determini il minor numero di recidive dopo l'intervento di chirurgia di riparazione del tendine d'achille.

**Risorse dati:** La ricerca è stata condotta consultando la banca dati elettronica Pubmed, Cochrane e Pedro. Le parole chiave impiegate sono: "*achilles tendon rupture*", "*achilles tendon repair*", "*calcaneal tendons rupture*", "*rehabilitation*", "*recovery*", "*enhanced recovery after surgery*", "*re-rupture*", "*repeat injuries*". I limiti inseriti: pubblicazioni successive al 2010 e di lingua inglese;

**Risultati:** Gli studi inseriti sono in gran parte RCT. Il trattamento che sembrerebbe dare maggiori risultati in termini di riduzione delle recidive sembrerebbe essere il lavoro attivo e funzionale, associato ad un carico e ad esercizi di mobilizzazione precoce dell'articolazione tibio-tarsica;

**Conclusioni:** Per la riabilitazione post-intervento chirurgico del tendine d'Achille e per la limitazione del numero di recidive ad esso annesse, la letteratura scientifica incoraggia l'utilizzo di un tutore dinamico associato ad una rieducazione immediata, basata su carico e mobilizzazione dell'articolazione tibio-tarsica precoci, limitando il più possibile l'immobilizzazione e l'assenza di carico, dimostratesi ormai modalità superate.

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Anatomia e Biomeccanica:

Il tendine di Achille (AT) [Fig. 1] è una struttura che permette la flessione plantare del piede. Al tendine calcaneare fu dato un nome informale già nel lontano 1693, successivamente alla morte del dio greco “Achille”, ucciso proprio perché ferito da una freccia avvelenata in questa zona [1].

È tendine più forte, più grande e più spesso del corpo umano [2, 3, 4]. Ha una lunghezza di circa 150 mm, uno spessore di 5-7 mm e una larghezza di circa 20 mm [5; 6]. L'AT trasmette le forze generate dai flessori plantari della caviglia [7] e agisce anche sul ginocchio, sulla caviglia e sull'articolazione sottoastragolica, fornendo movimento e stabilità ottimali [8]. Il tendine può allungarsi fino al 4%, prima di subire un danno strutturale [9]. È stato riportato che l'AT ha una struttura particolare: se vista dall'estremità prossimale a quella distale, presenta un senso di torsione in senso orario nella gamba sinistra e in senso antiorario nella gamba destra [10, 11]. Le proprietà elastiche degli AT cambiano con l'età, inclusa una diminuzione dello spessore e un aumento della rigidità [12; 9]: i giovani hanno una rigidità inferiore e una resistenza allo stress viscoelastico in trazione più elevato [29]. Il numero di lesioni riportate in Nord America, pari fino a 9,9 per 100.000 abitanti, [14] i tassi di tendinopatia negli adulti, fino a 2,35 per 1000 abitanti [15] e i fattori di rischio predisponenti, hanno visto la necessità di approfondirne la chinesioterapia e la biomeccanica [16]. I muscoli che contribuiscono all'AT si trovano nel compartimento posteriore della gamba e costituiscono il muscolo del polpaccio. Più superficialmente troviamo il gastrocnemio: questo muscolo è costituito da una capo mediale e uno laterale che si collegano tra loro nella linea mediana del compartimento posteriore [6]. Subito inferiormente e nella maggior parte degli individui vi è anche il muscolo plantare: sebbene non sia presente in tutte le persone, è stato individuato come possibile fonte di tendinopatia achillea [17]. Anteriormente al plantare si trova il Soleo con medesima funzione del gastrocnemio, ma con fibre muscolari diverse [18]. Il nome generico del soleo e dei due capi del gastrocnemio prende il nome di Tricipite surale. Il tendine achilleo è formato dai fasci di quest'ultimo ed è ruotato all'interno della parte inferiore della gamba [19]. La porzione mediale del gastrocnemio forma uno strato di fibre più posteriore mentre quella laterale contribuisce con le fibre anteriori. Le restanti del soleo invece compongono il nucleo centrale e mediale, fornendo un contributo secondario di supporto tendineo [11] (Fig. 1).

L'origine del gastrocnemio si trova rispettivamente sui condili femorali (laterale e mediale), mentre il soleo ha origine sulla testa fibulare superiore e dalla faccia posteriore della tibia.



Fig. 1: Nucleo centrale e mediale delle restanti fibre del M. Soleo

Le strutture muscolari si inseriscono sul calcagno tramite il tendine di Achille [6]. L'inserzione del tendine al calcagno è a forma di “mezzaluna”, in corrispondenza della prominente calcaneare posteriore con un raggio compreso tra 13,8 e 43,6 mm. Inoltre, ci sono estensioni alle superfici calcaneari laterali e mediali che hanno distanze medie comprese tra 1 e 3,5 mm [20].

Per aumentare la specificità nella descrizione dei disturbi, nel 2013 è stata proposta una denominazione dettagliata per ciascuna parte del tendine: a partire dal calcagno si trova “l'inserzione calcaneare”, seguita superiormente dal “sito di pre-inserzione”, circa 2 cm sopra il calcagno. È stata proposta inoltre la classificazione per le scansioni MRI sagittali, nominando la parte più superiore che comprende il tessuto muscolare come “parte intramuscolare”. Questa è seguita da una “regione tendinea libera” e, più

distalmente, da una “sezione calcaneare”. La parte tendinea libera è ulteriormente suddivisa in regioni *prossimale*, *media* e *distale* [21]. La posizione in cui il tendine si inserisce nel calcagno è protetta dal cuscinetto adiposo del tallone (HFP).

Per quanto riguarda la vascolarizzazione, il compartimento posteriore della gamba è attraversato medialmente dall'*arteria tibiale posteriore (PTA)* e lateralmente dall'*arteria peroneale (PA)*. Le porzioni prossimale e distale del tendine sono irrorate dalla PTA mentre la sezione mediana dalla PA. Grazie al gran numero e al calibro delle arterie, la superficie anteriore del tendine d'achille è notevolmente meglio vascolarizzata rispetto alla posteriore, dove i vasi passano attraverso o intorno al tendine. I canali vascolari all'interno dell'AT decorrono in tre direzioni principali: longitudinale, trasversale e profonda. I vasi trasversali superficiali sono di dimensioni maggiori e danno un gran numero di rami longitudinali paralleli alle fibre tendinee. La torsione delle fibre AT può causare la rotazione dei vasi tendinei [22].

L'AT è innervato principalmente da fibre nervose originate dal nervo surale (SN). Quest'ultime forniscono anche innervazione al terzo distale porzione postero-laterale dell'estremità inferiore e della parte laterale del piede. Dal Nervo Surale, noto anche come *Nervo Safeno Corto*, origina inoltre il *Ramo Calcaneare Laterale* che innerva la parte laterale del calcagno. A un livello di 8-10 cm, prossimalmente al bordo superiore del calcagno, il Nervo Surale supera il bordo laterale

dell'AT [23] e quindi ad alto rischio di danno iatrogeno durante gli interventi chirurgici di ricostruzione. Una lesione di questo nervo può portare a deficit sensoriali e la consapevolezza della sua presenza durante le procedure chirurgiche è molto importante soprattutto al fine di evitare spiacevoli complicanze a lungo termine [24; 25]. Il percorso del SN è più vicino all'AT nei pazienti più giovani rispetto a quelli più anziani e vi è maggior rischio di lesione durante le procedure chirurgiche, pertanto nuovi studi raccomandano l'uso di un esame ecografico intraoperatorio per localizzare questa struttura delicata e ridurre il rischio di danno iatrogeno. Il nervo tibiale, innervante il gastrocnemio e soleo ha, invece, una posizione profonda; di conseguenza vi è un basso rischio di lesione intra-operatorio rispetto ad altre strutture. Lo studio e la comprensione dell'innervazione dell'AT è fondamentale per garantire il corretto mantenimento dell'integrità del sistema nervoso in toto e diminuire le possibili lesioni durante l'intervento terapeutico. I recettori sensoriali nell'AT sono costituiti da corpuscoli di Ruffini di tipo 1 per la sensibilità alla pressione, di tipo II Vater-Pacini per il movimento, organi tendinei del Golgi che rilevano i cambiamenti di tensione muscolare e terminazioni nervose libere per il dolore [26]. Per quanto riguarda le caratteristiche del tessuto connettivale, il tendine di Achille è composto da un tipico tessuto [27] con una struttura gerarchica composta da collagene di tipo I. È costituito da fasci di fibre, fascicoli e fibrille. Oltre alle proteine, i proteoglicani (PG) ne costituiscono gran parte della composizione [27]. I PG di base, che sono legate alle fibrille del tendine di Achille, sono *decorina* e *fibromodulina* [2, 28, 27].

## **1.2 EPIDEMIOLOGIA:**

L'incidenza delle rotture del tendine d'Achille (ATRs) è in aumento negli anziani che continuano a svolgere attività sportive. Nella popolazione generale invece, l'incidenza è di 7 per 100.000 all'anno, ma sale a 15-25 per 100.000 all'anno per gli atleti (ricreativi), con un picco di incidenza all'età di 30-50 anni [30].

La rottura completa del tendine d'achille si verifica classicamente negli atleti tra i 30 e i 40 anni e il rapporto maschi(M) : femmine(F) è di 10:1. L'incidenza sembra essere 5-36 su 100.000 persone all'anno ed è in aumento, soprattutto negli ultimi 10 anni, fino al 60-90%, rilevato sempre durante lo sport. La maggior parte dei pazienti non ha avuto alcun sintomo dalla regione del tendine d'achille prima della lesione. Indipendentemente dal trattamento riabilitativo (post-chirurgico o conservativo), i deficit a lungo termine di forza e della funzione sono comuni e solo il 30-40% circa degli atleti ritorna al livello precedente l'infortunio [31].

I fattori di rischio più importanti per l'ATR sono riassunti nella in *Table 1* [32]. Generalmente, la diagnosi di ATR viene fatto clinicamente, integrando le informazioni rilevate in anamnesi con l'esame fisico. Test speciali, che verranno approfonditi meglio

**Table 1. Important Risk Factors for Achilles Tendon Ruptures.**

---

Stop-and-go sports (eg, tennis)
Previous Achilles tendon problems
Increase in duration or intensity of running
Male sex
Obesity
Older age
Poor running mechanics
Over- or underpronation
Flat foot (pes planus)
High foot arch (pes cavus)
Leg length discrepancy
Foot malalignment
Fluoroquinolone and steroid use

---

nella sezione successiva, forniscono un mezzo accurato per rilevare l'ATR completo, con una sensibilità riportata del 96% e una specificità del 93% [33].

### 1.3 MECCANISMO LESIVO

La corsa, lo sprint, il salto e le attività di agilità che coinvolgono contrazioni pliometriche esplosive sono i meccanismi tipici. Inizialmente, l'individuo infortunato sperimenta un improvviso "pop sound" che potrebbe essere descritto come un "calcio da dietro" o uno schiocco improvviso al polpaccio [34, 35]. Inoltre, questo carico eccessivo del tendine d'Achille associato all'inversione dell'articolazione sottoastraglica aumenta ulteriormente il rischio [36].

*Maffulli et al* [37] hanno riportato specificatamente che il 53% delle rotture del tendine d'Achille si verifica con un meccanismo di spinta, il 17% con una dorsiflessione improvvisa e inaspettata della caviglia e le restanti con violenta dorsiflessione di un piede plantarmente flesso.

Il picco di stress durante queste contrazioni può raggiungere fino a 2233 Newton, o da 6 a 12 volte il peso corporeo [34, 38, 39]. Se la degenerazione sintomatica o asintomatica e il sovraccarico del tendine si verificano per un periodo prolungato, è probabile che avvenga una lesione macroscopica dell'intera struttura tendinea [40]. La regione compresa tra i 3 e i 6 cm, prossimalmente

all'inserzione calcaneare del tendine d'Achille è la sede di rottura più comune, a causa della piccola area della sua sezione trasversale, dei grandi carichi eccentrici e dell'ipovascolarizzazione [40].

#### 1.4 ESAME CLINICO E IMAGING

Quattro test clinici [41] semplificano notevolmente l'esame obiettivo per la rottura completa del tendine d'Achille:

→ *Calf Squeeze Test* (noto anche come *test di Simmond* o *Thompson*) ha una sensibilità di 0,96, una specificità di 0,93, un rapporto di verosimiglianza positivo di 13,7 e un rapporto di verosimiglianza negativo di 0,04;

→ *Matle's Test* (or *Knee Flexion Test*) ha una sensibilità di 0,88, una specificità di 0,85, un rapporto di verosimiglianza positivo di 6,3 e un rapporto di verosimiglianza negativo di 0,14;

→ *Copeland's test* ha una sensibilità di 0,78 (i rapporti di specificità e di verosimiglianza non sono riportati);

→ La palpazione per un gap nel tendine ha una sensibilità di 0,73, una specificità di 0,89, un rapporto di verosimiglianza positivo di 6,6 e un rapporto di verosimiglianza negativo di 0,3. Il divario nei tendini diventa sempre più difficile da palpare con l'aumentare del tempo tra la rottura e la valutazione clinica.

Indagini come l'ecografia (US) e la risonanza magnetica (MRI) sono talvolta utilizzate come aggiunte alle indagini cliniche. Queste ultime sono raramente necessarie se la storia clinica e l'esame clinico sono eloquenti, potrebbero venire in aiuto solo in casi dubbi, come nuove rotture o quando c'è una diagnosi ritardata o misconosciuta. Tuttavia, nell'assistenza sanitaria non sono indagini di routine utilizzate per stabilire la diagnosi di una rottura del tendine d'Achille.

#### 1.5 MISURE DI OUTCOME

Il punteggio di rottura totale del tendine d'Achille (ATRS) è una misura di esito riportata dal paziente, dove valuta sintomatologia e attività fisica. Il punteggio è composto da 10 domande, in cui il punteggio per ogni item varia da 0 a 10 su una scala Likert, con un punteggio massimo di 100. Ha dimostrato di avere un'eccellente affidabilità (ICC 0,98-0,99), una dimensione dell'effetto di 0,87 - 2.21, un cambiamento minimo rilevabile di 6,75 punti. Il punteggio nei pazienti varia da 17 a 100 a seconda dello stadio di guarigione (circa una media di 40/100 a 3 mesi, 70/100 a 6 mesi e 80-100 a 12 mesi). Il *Single Leg Heel Raise* (Test di sollevamento del tallone) viene utilizzato per misurare

sia la resistenza dei muscoli del polpaccio che l'altezza massima di sollevamento del tallone, comunemente usato per misurare l'esito in questa popolazione. Per la corretta esecuzione dello stesso, viene chiesto alla persona di eseguire il maggior numero possibile di sollevamenti del tallone con una sola gamba ad una frequenza standardizzata (solitamente 30 ripetizioni/min) per valutare la resistenza dei muscoli del polpaccio. Questo test ha una buona affidabilità (ICC 0,78-0,84) ed è stato utilizzato per valutare il recupero nel tempo in pazienti con rottura del tendine d'Achille. Le differenze da lato a lato, quando si confrontano i lati feriti e sani nei pazienti con una rottura del tendine d'Achille, sono correlate con la comparsa dell'allungamento del tendine sul lato infortunato. Le misure di outcome che valutano la funzione di livello superiore, come i test di salto con una gamba singola, in distanza o altezza, vengono utilizzate successivamente nella riabilitazione e le prestazioni del lato infortunato possono essere confrontate con il lato sano.

### **1.6 TRATTAMENTO: “operate or not to operate”**

Storicamente, la gestione conservativa è stata associata a un rischio più elevato di recidiva del tendine. Per questo motivo, molti chirurghi hanno sostenuto il trattamento chirurgico. Sfortunatamente, a causa di un tenue involucro di tessuto molle sopra il tendine di Achille, l'intervento chirurgico può causare complicazioni e infezioni devastanti della ferita [42, 43]. Pertanto, sono state cercate strategie di gestione alternative per ridurre al minimo i rischi che derivano dall'assistenza sia operatoria che non. In molti centri, l'assistenza non chirurgica si è evoluta per includere la mobilitazione precoce e la riabilitazione funzionale [44, 45, 46]. Questa strategia ha dimostrato di ridurre il tasso di recidiva, e di portarlo simile a quello della gestione chirurgica [43]. I programmi di riabilitazione funzionale, tuttavia, richiedono un coinvolgimento significativo del paziente e un accesso continuo alla fisioterapia per ottenere risultati ottimali, il che può rappresentare una barriera per alcune popolazioni di pazienti [47]. C'è anche la preoccupazione che la forza del polpaccio rimanga più debole con la riabilitazione funzionale rispetto al trattamento chirurgico, portando alcuni a consigliare un intervento chirurgico per i pazienti più attivi [48, 49]. L'assistenza chirurgica si sta evolvendo, con lo sviluppo di tecniche chirurgiche minimamente invasive e percutanee per annullare il rischio di complicanze della ferita e infezioni riscontrate con la chirurgia a cielo aperto. Queste tecniche, chiaramente, sono più impegnative della tradizionale, e non sono ancora utilizzate e apprese da tutti i chirurghi [50].

Con l'evolversi delle raccomandazioni e delle strategie terapeutiche, possono sorgere conflitti decisionali quando i pazienti con rottura del tendine d'Achille devono affrontare la scelta di un'opzione di gestione. Sono state redatte diverse revisioni in merito, principalmente focalizzate su

confronti tra strategie operatorie e non operatorie [43, 51, 52]. Tuttavia, ad oggi, non c'è stata una revisione completa che confronti tutti gli interventi disponibili insieme collettivamente in un'analisi unificata.

## **2. MATERIALI E METODI:**

### **2.1 Obiettivi della ricerca:**

Basandoci sulla ricerca in letteratura, l'obiettivo di questo elaborato è quello di individuare, le evidenze scientifiche presenti riguardo al trattamento più efficace e che determini il minor numero di recidive dopo l'intervento di chirurgia di riparazione del tendine d'achille. Il lavoro è stato svolto prima con una fase di approfondimento e inquadramento teorico delle tematiche, in seguito è stata svolta una revisione della letteratura, tramite la ricerca nelle banche dati e un'analisi degli articoli presenti da Gennaio 2010 fino a Gennaio 2022, per capire quali strategie terapeutiche potessero effettivamente ritornare utili per ridurre il numero di recidive post-chirurgia di tendine d'achille.

### **2.2 Strategie di ricerca:**

Questo lavoro è una revisione della letteratura che ha come obiettivo principale rispondere alla domanda: *“Qual è il miglior programma riabilitativo dopo un intervento chirurgico di ricostruzione del tendine d'achille?”*.

P: pazienti adulti ( $\geq 18$  anni) con rottura di tendine d'achille

I (E): Chirurgia tendine d'achille

C: Differenti programmi di trattamento per la riabilitazione post chirurgia

O: numero di recidive

Il lavoro è iniziato svolgendo un approfondimento sull'anatomia del distretto caviglia/piede e sul tema della riabilitazione succedente alla rottura del tendine d'achille, in seguito sono stati riportati ed interpretati i principali risultati utilizzati negli articoli. La ricerca è stata svolta in tre banche dati: PubMed, PEDro e Cochrane.

### 2.3 Criteri di Inclusione ed esclusione:

Per selezionare gli studi scientifici ottenuti e rendere la revisione più mirata rispetto all'argomento scelto, sono stati utilizzati dei criteri di inclusione ed esclusione presentati nella tabella seguente

<b>CRITERI DI INCLUSIONE</b>	<b>CRITERI DI ESCLUSIONE</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Studi con popolazione in età adulta (<math>\geq 18</math>aa) e sottoposta ad int. Chirurgico per rottura parziale/totale del tendine d'Achille,</li><li>• Studi in lingua inglese,</li><li>• Studi in range temporale compreso tra 2010 e 2022,</li><li>• Studi che hanno come misura di outcome il numero di recidive,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studi che indagano paz. Con tendinopatia achillea e/o calcificazioni tendinee,</li><li>• Studi che indagano paz. Con lesioni croniche del tendine d'Achille,</li><li>• Editoriali,</li><li>• Commentary,</li><li>• Studi che comparano trattamenti conservativi,</li><li>• Studi che comparano tecniche chirurgiche,</li><li>• Studi che comparano tecniche chirurgiche con trattamenti conservativi,</li><li>• Studi su animali,</li></ul>

Saranno eliminati i doppioni, ossia gli articoli presenti sia nella ricerca di Pubmed che in Cochrane e PEDro.

## 2.4 Ricerca:

Dopo aver definito la domanda di ricerca, sono state estrapolate delle parole chiave con cui creare le stringhe da inserire nelle banche dati. La prima banca dati visionata è stata PubMed inserendo la stringa di ricerca: ("*achilles tendon rupture*" OR "*achilles tendon ruptures*" OR "*achilles tendon rupture repair*" OR "*ruptured achilles tendon*" OR "*achilles tendon suture*" OR "*calcaneal tendons rupture*" OR "*achilles tendon surgery*") AND ("*rehabilitation*" OR "*aftercare*" OR "*recovery*" OR "*post-surgery*" OR "*physiotherapy*" OR "*physical therapy*" OR "*enhanced recovery after surgery*") AND ("*reinjury*" OR "*re-rupture*" OR "*reinjuries*" OR "*repeat injuries*" OR "*re-injuries*" OR "*repeated injuries*"). La seconda è stata PEDro nella quale, attraverso la sezione "*Advanced research*" è stata usata nella sezione abstract e titolo la dicitura "*achilles tendon surgery*", nella sezione terapia "*stretching, mobilization, manipulation, massage*", e nella sezione corporea la dicitura "*foot and ankle*".

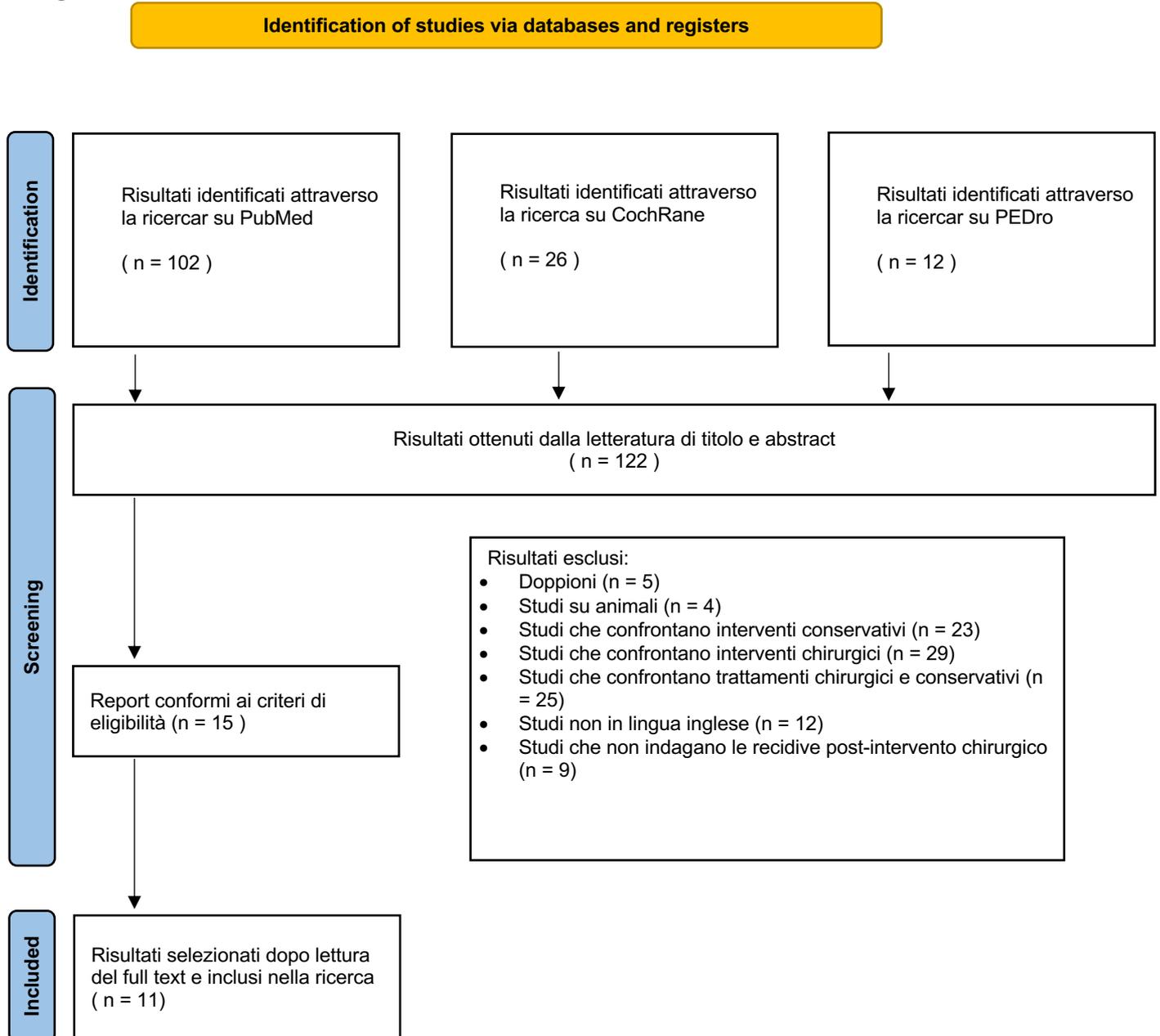
La terza banca dati analizzata è Cochrane Library con la stringa sopracitata per Pubmed, adattata alle modalità di configurazione e ricerca della banca dati in questione : ("*achilles tendon rupture*" OR "*achilles tendon ruptures*" OR "*achilles tendon rupture repair*" OR "*ruptured achilles tendon*" OR "*achilles tendon suture*" OR "*calcaneal tendons rupture*" OR "*achilles tendon surgery*") AND ("*rehabilitation*" OR "*aftercare*" OR "*recovery*" OR "*post-surgery*" OR "*physiotherapy*" OR "*physical therapy*" OR "*enhanced recovery after surgery*") AND ("*reinjury*" OR "*re-rupture*" OR "*reinjuries*" OR "*repeat injuries*" OR "*re-injuries*" OR "*repeated injuries*").

## 3. RISULTATI:

### 3.1 Selezione degli studi:

Grazie alla metodologia descritta in precedenza, è stato possibile reperire un numero di records pari a 140. Dalla lettura del full-text e considerando i criteri di eleggibilità ne sono stati selezionati 11. Nel grafico sottostante è rappresentata la *Flowchart* del processo di selezione degli articoli inclusi in questa revisione sistematica, per illustrarne graficamente i passaggi e il numero di risultati ottenuti. Per la creazione è stato fatto riferimento al PRISMA Statement 2020 (*Fig. 2*) .

Fig. 2



\*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).

\*\*If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

### 3.2 Analisi degli articoli

In seguito saranno riportate le tabelle riassuntive con la descrizione dettagliata degli 11 articoli scelti.

- **Autori:** Chang Hyun Ryu, Ho Seong Lee, Sang Gyo Seo
- **Titolo:** Results of tenorrhaphy with early rehabilitation for acute tear of Achilles tendon
- **Anno:** 2018
- **Tipologia di studio:** Trial non controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Valutare gli outcome successivi ad intervento di tenorrafia seguito da riabilitazione precoce</p>	<p>Un totale di 112 pazienti (32 F, 80 M) sottoposti a chirurgia tipo <i>Krackow suture technique</i>, sono stati sottoposti ad un programma di riabilitazione di 12 settimane</p>	<p>Le misure includevano una misurazione della circonferenza del polpaccio, ROM dorsiflessione e plantiflessione, AOFAS Score, Arner-Lindholm scale, CYBEX770 per valutazione della potenza muscolare plantare, Ritorno allo sport</p>	<p>I pazienti hanno mantenuto per 2 settimane uno splint o un cast che mantenesse in posizione neutra la caviglia. Circa 2-4gg dopo la chirurgia, è stata concessa deambulazione a tolleranza con canadesi. Successivamente alle 2 settimane, il cast viene sostituito con tutore Walker e possibilità di pieno carico. Per le prime 3 settimane la dorsiflessione è bloccata a 0°. Dopo le 3 settimane, plantiflessione libera e dorsiflessione non più di 10°. Senza tutore si incoraggiano esercizi per muscoli propulsori con <i>theraband</i> in autonomia, mentre con tutore i restanti gruppi muscolari (Quadricipite, Hamstrings, abduttori d'anca). All'8-10 settimana, dopo aver rimosso il tutore si propone cyclette, esercizi propriocettivi in carico, <i>calf raises (single &amp; double)</i>. Alla 10-12 settimana esercizi di dorsiflessione e massaggio frizionale, dopo le 12 settimane eseguiti esercizi propriocettivi su superfici instabili/<i>form pad/soft pad</i></p>	<p>Nessuna recidiva ne infezione ne lesione nervosa rilevata. Deficit di Dorsiflessione di caviglia rilevata in soli 10pazienti (&lt;5°) su 112 totali. Nessun caso di iperdorsiflessione/iperplantiflessione. Circonferenza del polpaccio della gamba operata diminuito di circa 1.6cm (0.5-4cm). A 3mm, 87 pazienti non sono in grado di eseguire un <i>single leg heel raise</i>. AOFAS Score 95.7, Arner-Lindholm presenta 103pz con risultato "eccellente", 9 con "buono". 96pz sono riusciti a ritornare al livello sportivo pre-lesionale. Deficit di potenza in plantiflessione rilevate grazie al sistema CYBEX770 del 16% rispetto all'arto controlaterale a 19.8mesi di follow-up.</p>

- **Autori:** Louay Al-Mouzzen, Karthig Rajakulendran, Ali Najefi, Nurul Ahad
- **Titolo:** Percutaneous repair followed by accelerated rehabilitation for acute Achilles tendon ruptures
- **Anno:** 2015
- **Tipologia di studio:** Trial non controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Valutare gli outcome dopo chirurgia percutanea di riparazione del tendine d'Achille, seguita da una riabilitazione accelerata.</p>	<p>Tra febbraio 2011 e febbraio 2012, 21 uomini e 9 donne (età media <math>\pm</math> deviazione standard [SD], <math>41 \pm 9</math> anni) sono stati sottoposti a riparazione percutanea da un unico chirurgo per rottura acuta del tendine di Achille, seguita da riabilitazione accelerata. Sono stati esclusi pazienti con disturbi neuromuscolari o infiammatori, precedenti lesioni del tendine d'Achille o altre lesioni concomitanti. La causa della rottura includeva il calcio (n=14), la corsa (n=7), la camminata (n=3), il netball (n=3), la danza (n=1), il lavoro in palestra (n=1) e un caduta (n=1). Tutti i pazienti sono stati diagnosticati sulla base del solo esame clinico,8 tranne uno con conferma mediante ecografia.</p>	<p>Outcome primari: numero di recidive, Achilles tendon total rupture score (ATRS) a 3 e 6 mesi.</p> <p>Outcome secondari: incidenza di lesioni al nervo surale, infezioni, soddisfazione del paziente, deiscenze della ferita, tempo necessario per il ritorno all'attività pre-lesionale,</p>	<p>Dopo l'intervento, è stato consentito di camminare senza peso con le stampelle. Alla settimana 2, il calco in gesso è stato sostituito con uno stivale Walker con 3 zeppe sul tallone ed è stato consentito il pieno carico. Le zeppe sono state rimosse in sequenza ogni 2 settimane fino a raggiungere una posizione neutra del piede a 8 settimane. Alla settimana 2, sono stati consentiti esercizi di flessione dorsale, inversione, eversione e rafforzamento del core attivo della punta e del piede, con lo stivale del deambulatore rimosso. La flessione plantare attiva non è stata incoraggiata fino alla completa dorsiflessione passiva. Alla settimana 8, una volta raggiunto la completa gamma attiva di movimento, sono stati approcciati esercizi di flessione plantare progressiva a catena chiusa, così come l'allenamento della propriocezione in appoggio. Alla settimana 12, le attività portanti e la tolleranza sono aumentate, mentre le attività eccentriche di flessione plantare sono state neutre. Se indolori, erano consentiti allungamenti fino alla flessione plantare, movimenti laterali, camminata veloce e attività di appoggio a gamba singola. Alla settimana 16 sono state consentite attività di propriocezione avanzata, <i>leg press</i>, progressione di esercizi dinamici, jogging, hopping ed esercizi di allenamento specifici per lo sport.</p>	<p>Il periodo medio di follow-up è stato di 12,5 mesi. Il punteggio medio di ATRS è migliorato da 57,65 a 3 mesi a 86,95 a 6 mesi (<math>p &lt; 0,001</math>). Nessun paziente ha avuto complicazioni intraoperatorie, re-rottura del tendine, lesioni nervose, deiscenza della ferita o infezione profonda. Due pazienti hanno sviluppato un'infezione superficiale della ferita, che è stata risolta farmacologicamente. Due pazienti avevano una massa all'incisione trasversale, ma nessuno dei due presentava alcun sintomo o restrizione funzionale. Tutti, sono stati in grado di sopportare il peso senza lo stivale deambulatore a 8 settimane e di tornare al lavoro entro 3 mesi. Il tempo medio per tornare all'attività pre-rottura, compresi gli sport, è stato di 10,4 mesi. Il tasso di soddisfazione medio era dell'87% a 6 mesi.</p>

- **Autori:** Mareen Brumann, Sebastian F Baumbach, Wolf Mutschler, Hans Polzer
- **Titolo:** Accelerated rehabilitation following Achilles tendon repair after acute rupture – Development of an evidence-based treatment protocol
- **Anno:** 2014
- **Tipologia di studio:** Revisione sistematica

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Risultati
<p>Indagine sistematica che definisca un preciso programma di riabilitazione successiva a ricostruzione chirurgica del tendine d'achille.</p>	<p>Sono stati consultati Medline, Embase e Cochrane e utilizzati i dati emersi dai diversi studi di intervento. La qualità degli studi inclusi è stata valutata con lo strumento Coleman Methodology Score (0-100pt). Sono stati indagati principalmente la mobilizzazione precoce di caviglia, trattamento funzionale combinato e modalità di gestione del carico.</p>	<p>Gli outcome valutati sono principalmente: soddisfazione del paziente, valutazione funzionale, tempo per il rientro al lavoro/sport, elongazione tendinea, n° di recidiva e complicazioni.</p>	<p>12 records sono stati inclusi in questa revisione sistematica. Cinque studi hanno confrontato carico totale e carico assente, tutti applicando l'immobilizzazione in equino. L'immediato carico completo ha portato a una maggiore soddisfazione del paziente, a una deambulazione e ritorno all'attività pre-lesionale più precoce. Quattro studi hanno confrontato la mobilizzazione precoce della caviglia con l'immobilizzazione. Tutte le prove hanno riscontrato che la mobilizzazione è superiore in quanto riduce significativamente il tempo per il rientro al lavoro e allo sport. Tre studi invece hanno confrontato la combinazione di carico completo e mobilizzazione precoce della caviglia con l'immobilizzazione. Questa combinazione è stata molto vantaggiosa: i pazienti hanno mostrato una soddisfazione significativamente maggiore, un minore utilizzo delle risorse riabilitative, un ritorno anticipato alle attività pre-infortunio e hanno inoltre dimostrato un aumento significativo della forza muscolare del polpaccio, una riduzione dell'atrofia e dell'allungamento del tendine. Nessuno studio ha riscontrato un aumento del tasso di recidive per il trattamento più progressivo.</p>

- **Autori:** R McCormack, J Bovard
- **Titolo:** Early functional rehabilitation or cast immobilization for the postoperative management of acute Achilles tendon rupture? A meta-analysis of randomized controlled trial
- **Anno:** 2015
- **Tipologia di studio:** meta-analisi di studi randomizzati

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Individuare quale trattamento riabilitativo sia superiore post chirurgia di tendine d'achille.</p>	<p>La ricerca è stata eseguita sui database CINAHL e MEDLINE, includendo studi fino a giugno 2015. Sono stati inclusi 14 studi che confrontano pazienti che hanno ricevuto una mobilizzazione precoce di caviglia post-intervento chirurgico e carico a tolleranza confrontati con tradizionale immobilizzazione e tutore/apparecchio gessato rigido in scarico.</p>	<p>Ritorno alle normali funzioni, patient-reported outcomes, complicanze, forza muscolare e antropometria.</p>	<p>Tutti i pazienti oggetti di studio e che rispettassero i criteri di inclusione ed esclusione, sono stati sottoposti ad intervento chirurgico entro 14 giorni dalla rottura tendinea e poi coinvolti nell'utilizzo rispettivamente di un tutore che permettesse carico e ROM protetto e tutore rigido che non permettesse il carico e nessun margine di movimento articolare. La riabilitazione post-chirurgica nei pazienti con tutore ha comportato la mobilizzazione precoce e carico protetto nelle successive 2 settimane, sia con tutore dinamico, dorsale rigido o con involucro semi-rigido. I pazienti che hanno portato apparecchio gessato invece sono stati in scarico e immobilizzati per un periodo pari alle 6-8 settimane.</p>	<p>Un'elevata percentuale di pazienti è stata in grado di tornare al precedente lavoro e all'attività sportiva in entrambi i gruppi. 5 studi su 6 che valutano l'intervallo di tempo hanno mostrato un ritorno più rapido al livello sportivo pre-lesionale nel gruppo di rinforzo. I risultati soggettivi (patient-reported outcomes) erano significativamente migliori nel gruppo di pazienti con tutore (risultati buoni e eccellenti, <math>p=0.01</math>; OR 3.13; 95% CI da 1.30 a 7.53). Non c'è differenza tra complicanze maggiori dei due gruppi (<math>p=0.21</math>; RD, -0.03; 95% CI da -0.06 a 0.01). Le misurazioni dinamometriche e antropometriche hanno favorito la riabilitazione funzionale a 6-12 settimane dopo l'operazione, tuttavia a 6 mesi le differenze erano trascurabili.</p>

- **Autori:** Mareen Braunstein, Sebastian F. Baumbach, Wolfgang Boecker, Mike Carmont, Hans Polzer
- **Titolo:** Development of an accelerated functional rehabilitation protocol following minimal invasive Achilles tendon repair
- **Anno:** 2015
- **Tipologia di studio:** Revisione sistematica

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Risultati
<p>Definire il trattamento più efficace e sicuro dopo un'intervento di chirurgia mini-invasiva per la ricostruzione del tendine d'achille.</p>	<p>È stata eseguita una ricerca sistematica della letteratura su Embase, MEDLINE, Cochrane di studi prospettici che riportano i risultati di un trattamento riabilitativo funzionale precoce dopo un intervento di chirurgia mini-invasivo. Sono stati inclusi 7 articoli e tutti che rispettarono i criteri PICO. Per classificare gli studi inclusi in base alla loro qualità metodologica, è stata utilizzata una versione modificata del Coleman Methodology Score (CMS) (utilizzati 8 criteri anziché 10).</p>	<p>Soddisfazione del paziente, valutazione funzionale, tempo necessario per il ritorno allo sport/lavoro, recidive, altre complicazioni</p>	<p>7 articoli sono stati inclusi: un RCT, uno studio prospettico comparativo e 5 studi prospettici non comparativi. 4 studi non hanno applicato restrizioni di carico subito dopo l'intervento chirurgico, dimostrando tutti buoni risultati funzionali, un precoce ritorno al lavoro/sport ed elevata soddisfazione. Uno studio ha indagato invece la mobilizzazione precoce, portando a risultati soggettivi e oggettivi eccellenti, soprattutto senza un incremento del rischio di recidive. L'unico studio randomizzato controllato ha eseguito il protocollo più accelerato dimostrando un esito funzionale superiore e un minor numero di complicanze dopo l'immediato carico completo combinato con la mobilizzazione senza restrizioni della caviglia. Lo studio non comparativo invece ha riportato un'elevata soddisfazione, buoni risultati funzionali un precoce ritorno al lavoro/sport dopo il trattamento combinato.</p>

- **Autori:** Shenguxuan Cao, Zhaolin Teng, Chen Wang, Qian Zhou, Xu Wang and Xin Ma;
- **Titolo:** Influence of Achilles tendon rupture site on surgical repair outcomes
- **Anno:** 2021
- **Tipologia di studio:** Trial non controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Influenza del sito di rottura del tendine d'Achille sugli esiti della riparazione chirurgica.</p> 	<p>Questo studio è stato approvato dall'institutional Review Board della nostra istituzione. In maniera retrospettiva, sono state selezionate 117 cartelle cliniche di pazienti ricoverati in Ospedale per rottura del tendine d'Achille, compresi in un range temporale che va dal 2013 all'anno 2020, tutti trattati in un centro di chirurgia regionale del piede e della caviglia. L'indagine ecografica è stata eseguita nello stesso centro medico entro 2gg dall'ospedalizzazione di ogni paziente.</p>	<p>Achilles Tendon Rupture Score questionnaire, numero di recidive</p>	<p>Tutti i 117 pazienti sono stati operati chirurgicamente, in anestesia generale o anestesia spinale. La tecnica chirurgica adottata prende il nome di "<i>Krackow Suture Method</i>". L'arto operato è stato immobilizzata per 3 settimane. Successivamente i pazienti sono stati autorizzati ad iniziare il carico parziale dopo circa 3 settimane fino a 6, dopo l'intervento. Carico completo dopo 6 settimane con ortesi. Successivamente le 12 settimane, è stato concesso ai pazienti di deambulare, jogging leggero e <i>single leg raise</i>.</p>	<p>La sede comune della rottura del tendine d'Achille misurata mediante ecografia era di 3,0-6,3cm. Il sito di rottura aveva una scarsa correlazione con il BMI. I pazienti che hanno sostenuto l'infortunio nella porzione prossimale hanno riportato risultati chirurgici meno soddisfacenti rispetto a quelli con rottura distale (odds ratio, 2.56; 95% CI, 1.03-6.39). Il tasso di recidiva non era significativamente diverso tra questi due gruppi. I medici dovrebbero essere consapevoli del fatto che i pazienti con rottura prossimale del tendine d'achille hanno avuto esiti meno soddisfacenti dopo la riparazione chirurgica. Questi risultati sono importanti per la pratica clinica e per la programmazione del trattamento riabilitativo per questo tipo di lesione.</p>

- **Autori:** Kelechi R. Okoroha, MD, Najib Ussef, MD, MBA, Toufic R. Jildeh, MD Lafi S. Khalil, MD, Laith Hasan, BS, Carter Bench, BS, et all.
- **Titolo:** Comparison of tendon lengthening with traditional versus accelerated rehabilitation after achilles tendon repair
- **Anno:** 2020
- **Tipologia di studio:** Studio randomizzato controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Lo scopo dello studio è di verificare se vi è una differenza nell'allungamento tendineo dopo la riparazione chirurgica del tendine d'Achille con la riabilitazione tradizionale rispetto a protocolli di riabilitazione accelerata.</p>	<p>Grazie all'utilizzo del CONSORT Statement è stato possibile condurre questo studio prospettico, in cieco e randomizzato controllato. Tra giugno 2017 e giugno 2019, 18 pazienti sono stati selezionati per la redazione dello studio, con rottura tendinea acuta di durata inferiore alle 6 settimane. I pazienti esclusi invece sono stati quelli che necessitavano di chirurgie di trasferimenti tendinei, rotture sostenute più di 6 settimane prima, o lesioni croniche.</p>	<p>Outcome primario di questo studio era una differenza di allungamento media complessiva di 4mm riscontrato con imaging radiografico. Gli outcome secondari invece erano differenze nell'allungamento del sito intratendineo rispetto a quello della riparazione, tassi di recidive, complicanze, ROM di caviglia, ATRS e punteggi alla PROMIS PI-SF.</p>	<p>Subito dopo l'intervento chirurgico i pazienti sono stati suddivisi in maniera randomizzata in due gruppi: riabilitazione accelerata e riabilitazione tradizionale. Per i pazienti di quest'ultimo gruppo, l'arto operato è stato posizionato a 20° di flessione plantare (FP) grazie all'apparecchio gessato, inoltre i pazienti sono stati istruiti a rimanere senza carico per 6 settimane per poi passare a carico a tolleranza per i periodi successivi. Per i pazienti nel gruppo accelerato, l'arto operato è stato posizionato con un tutore a 20° in FP e assenza di carico per 2 settimane. Dopodiché, si è passato a tutore con 2 zeppe, con carico a tolleranza. A 4 settimane, i pazienti sono passati ad 1 zeppa e a 6 settimane sono stati autorizzati a sopportare il peso tollerato in una scarpa piatta. Ogni zeppa del tallone era alta 3/4 pollici. Dopo 6 settimane, i pazienti di entrambi i gruppi sono stati sottoposti a regimi riabilitativi identici per protocollo.</p>	<p>In tutti i 18 pazienti inclusi nell'analisi finale è stato riscontrato un allungamento tendineo significativo dopo l'intervento chirurgico, con un allungamento medio di 15,9 mm. Non sono state riscontrate differenze significative nell'allungamento complessivo tra i gruppi di riabilitazione tradizionale e accelerata al follow-up finale. È stato riscontrato che il sito di riparazione in ciascun gruppo si allunga più del sito intratendinoso (gruppo tradizionale, 13,2 vs 2,1 mm; gruppo accelerato, 16,8 vs -0,4 mm); La maggior quantità di allungamento si è verificata tra 2 e 6 settimane e la minor quantità di allungamento si è verificata tra 6 e 12 settimane, senza differenze tra i gruppi tradizionali e accelerati in questi punti temporali (P = .84 e P = .38, rispettivamente). Non sono state notate differenze nel ROM della caviglia o punteggi all'ATRS e PROMIS PI-SF, non sono state riscontrate recidive, né complicanze (es. infezioni e/o TVP)</p>

- **Autori:** Carlos De la Fuente, Roberto Pena, Lillo Gabriel, Carreno Hugo Marambio
- **Titolo:** Prospective randomized clinical trial of aggressive rehabilitation after acute Achilles tendon ruptures repaired with Dresden Technique
- **Anno:** 2015
- **Tipologia di studio:** Studio Randomizzato Controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Lo scopo di questo studio è quello di determinare se la riabilitazione aggressiva porta a miglioramenti clinici 12 settimane dopo un'intervento chirurgico percutaneo del tendine d'Achille, rispetto ad una riabilitazione standard composta da immobilizzazione e assenza di carico per 28giorni.</p>	<p>Questo studio è stato condotto dal servizio di Fisioterapia e Terapia Occupazionale dell'Istituto Traumatologico "Teodoro Gebauer Weisser" (Santiago, Cile) durante le prime 12 settimane di evoluzione postoperatoria ed è stato condotto tra giugno 2013 e giugno 2015. Sono stati reclutati 39 pazienti con lesione acuta e della porzione intermedia del tendine achilleo. I pazienti sono stati randomizzati semplicemente da un ortopedico esterno, suddividendoli in due gruppi di lavoro</p>	<p>ATRS, <i>pain verbal score</i>, Consumo di farmaci per dolore, tempo di ritorno al lavoro, Funzione del tendine Achille (ROM e Forza), Funzione tricipite surale (circonferenza e differenza col controlaterale), <i>One-leg heel rise capacity</i> (n°. di ripetizioni e differenza con controlaterale), Tasso di complicanze (recidive, TVP, Alterazioni sensitive del nervo surale, infezioni).</p>	<p>19 pazienti hanno ricevuto immobilizzazione e assenza di carico per i primi 28 giorni post operatori, i restanti 19 invece hanno ricevuto un trattamento aggressivo basato sull'immediata mobilizzazione (giorno 0-7: fino a 15° di ROM con tutore protettivo) e carico controllato sull'arto operato (fino ad un massimo di 10kg circa, con l'uso di stampelle). Dal giorno 7 al giorno 14, mobilità massima fino a -15° di ROM con tutore protettivo e carico controllato fino ad un massimo di 25kg con le stampelle; dal giorno 14 al giorno 21, mobilità massima fino a -7° di ROM con tutore protettivo, con un massimo di 40kg con le stampelle. Infine, dal 21 giorno al giorno 28, mobilità massima fino a 0° di ROM e carico totale sull'arto operato, senza l'utilizzo di stampelle. Ogni paziente di quest'ultimo gruppo è stato assistito dal medesimo fisioterapista e la durata delle sessioni era di 1h e mezza per 3vv/sett. Dal giorno 28 al giorno 84 invece, i pazienti di ciascun gruppo sono stati assistiti 3vv/sett per una durata di 1h e mezza ricevendo lo stesso trattamento, basato su rinforzo muscolare, esercizi di allungamento, <i>one-leg heel rise</i>, esercizi posturali, re-training deambulazione, esercizi coordinativi)</p>	<p>Non vi è alcuna differenza statisticamente significativa tra le caratteristiche di base dei pazienti selezionati. La potenza statistica raggiunta in questo studio è dell'87%. Il gruppo di soggetti sottoposto a riabilitazione aggressiva rispetto al gruppo di riabilitazione convenzionale ha un più alto punteggio all'ATRS, minore <i>Verbal Pain Score</i>, minor consumo di medicazioni, precoce ritorno al lavoro, maggiore forza tendinea achillea, maggior n°. di ripetizioni al <i>one-leg heel rise</i> e minore differenza dello stesso esercizio rispetto all'arto controlaterale. Il tasso di recidiva è del 5% e 5%, il deficit di forza muscolare è di 42% e 5%, il tasso di altre complicanze pari a 11% e 15% nel gruppo convenzionale e di riabilitazione aggressiva, rispettivamente.</p>

- **Autori:** Rene Groetelaers, Loes Janssen, Jolanda van der Velden, Arvid W.J. Wieland, Angelique G.F. Amendt, Peter H.J. Geelen, Heinrich M.J. Janzing
- **Titolo:** Functional treatment or cast immobilization after minimally invasive repair of an Acute Achilles Tendon Rupture: a prospective, randomized trial
- **Anno:** 2014
- **Tipologia di studio:** Studio Randomizzato Controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>L'obiettivo principale è confrontare riabilitazione funzionale e immobilizzazione dopo una tecnica di riparazione minimamente invasiva introdotta recentemente per una rottura del tendine d'Achille.</p>	<p>Tutti i pazienti con ATR sono stati inclusi. I criteri di esclusione erano la terapia immunosoppressiva sistemica, le recidive di ri-lesione e le gravi comorbidità. I pazienti sono stati quindi randomizzati al gruppo di immobilizzazione del gesso (IG) per 6 settimane o al gruppo funzionale (FG) per 6 settimane. Sono stati inclusi sessanta pazienti. L'età media era di 43 anni (range, 19-65) e il 78% era di sesso M. La maggior parte degli ATR erano legati allo sport. I dati sono stati raccolti prima dell'intervento e durante i controlli ambulatoriali a 1, 3 e 6 settimane; 3 e 6 mesi; e 1 anno.</p>	<p>Ritorno a lavoro/sport, Complicazioni (incluse le recidive) <i>Achilles rupture performance score</i> (ATRPS), deficit di forza muscolare, ROM, risultati soggettivi, <i>QoL scores</i>.</p>	<p>I pazienti del gruppo IG sono stati immobilizzati in un calco di fibra di vetro a 10° di FP per le prime 2-3 settimane, e in posizione neutra con pieno carico nelle settimane 4-6. Dalla 2° settimana, i pazienti del gruppo FG sono stati mobilizzati, completamente in carico, con scarpe normali come protezione (<i>Achillotrain</i>). L'<i>achillotrain</i> è un tutore protettivo flessibile con un supporto del tallone per ridurre la distrazione e gli urti. Nella 2° e 3° settimana, i pazienti avevano un'elevazione extra del tallone, nella 4°-6° settimana un'elevazione normale. I pazienti del FG hanno iniziato con un programma di esercizi standardizzato subito dopo esser stati randomizzati. Tutti i restanti pazienti immobilizzati sono stati trattati con eparina a basso peso molecolare (LMWH) per prevenzione tromboembolia venosa post-operatoria durante le prime 6 settimane</p>	<p>Durante il periodo di follow-up, non sono state rilevate differenze in termini di forza tra i due gruppi, punteggi QoL, tempo di ritorno al lavoro o allo sport, ARPS tra i 2 gruppi di trattamento. I pazienti nel FG hanno riportato più disturbi, soprattutto dolore, nelle prime settimane post-intervento chirurgico, probabilmente a causa del programma di esercizi iniziato 1 settimana dopo l'intervento. Il tasso complessivo di complicanze era basso: in ogni gruppo, abbiamo avuto una recidiva, nell'IG, invece, 2 pazienti hanno avuto Trombosi venosa Profonda (TVP), nonostante l'eparina a basso peso molecolare.</p>

- **Autori:** Jiasharete Jielile, Ayinazi Badalihan, Bayixiati Qianman, Tuerde Satewalede et all.
- **Titolo:** Clinical outcome of exercise therapy and early post-operative rehabilitation for treatment of neglected Achilles tendon rupture: a randomized study
- **Anno:** 2013
- **Tipologia di studio:** Studio Randomizzato Controllato

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Trattamento	Risultati
<p>Questo studio randomizzato controllato si propone di comparare outcome clinici tra riabilitazione precoce post intervento (EPR- Gruppo A) e immobilizzazione con tutore (PCI-Gruppo B)</p>	<p>68 pazienti sono stati curati presso il First Teaching Hospital della Xinjiang Medical University tra maggio 2011 e giugno 2012 per la rottura del tendine d'Achille. Sono stati esclusi i pazienti con le seguenti condizioni: anemia o leucemia, disfunzione epatica o renale (n=3), diabete mellito, psicosi, delezione del tendine plantare (n=2), tendinopatia tendinea, calcificazione del tendine (n=2), riluttanza a partecipare ad uno studio di ricerca (n=4). I 57 pazienti arruolati (U: 48, donne: 9; fascia d'età 29-47anni) sono stati assegnati in modo casuale. La randomizzazione è stata monitorata da una terza parte, che non ha partecipato ad alcun processo successivo.</p>	<p><i>Leppilahti scoring system</i> (LSS), ecografia dell'area tendinea, Tomografia spiroidale computerizzata del distretto caviglia, N°. di complicanze (recidiva e/o gap tendinei sul sito di rottura)</p>	<p>Dopo l'intervento chirurgico, ai pazienti del gruppo A è stato consigliato di sdraiarsi proni o lateralmente sul letto senza fissazione od ortesi e con il ginocchio a ~60° di flessione e l'articolazione della caviglia a ~45° di flessione plantare. Inoltre, i pazienti sono stati istruiti in un regime di riabilitazione fisica dettagliato per il movimento attivo precoce delle articolazioni della caviglia e del ginocchio dal primo giorno post-operatorio. In questo programma, sono stati iniziati esercizi di movimento al giorno 10 post-operatorio, seguiti da un altro aumento alla settimana 3. L'esercizio completo con carico, in piedi sulle punte dei piedi e lo squat sono stati iniziati alla settimana post-operatoria 4. I pazienti del gruppo B sono stati trattati con immobilizzazione ingessata della gamba lunga per 6 settimane, con il ginocchio in flessione a ~60° e la caviglia in flessione plantare a ~45°. Questa è stata seguita da una breve immobilizzazione del gesso della gamba per altre 2 settimane, con la caviglia in posizione quasi neutra. Infine, l'apparecchio gessato è stato rimosso e i pazienti sono stati istruiti ad eseguire lo stesso programma di riabilitazione. Graffette metalliche post-operatorie sono state rimosse dopo 4 settimane.</p>	<p>L'ecografia e la TCMS non hanno rivelato alcuna comparsa di allungamento o adesione del tendine. Quattro pazienti hanno potuto eseguire un esercizio di sollevamento del tallone a gamba singola sostenuto per 60sec al 40esimo giorno post-operatorio. Il gruppo PCI ha anche mostrato un aumento del punteggio LSS post-operatorio, ma il recupero è stato più lento. Nel gruppo A, le complicanze maggiori sono state un solo caso di infezione (3,8%). Non sono state osservate recidive o gap tendineo nel sito operato. Nel Gruppo B invece piccola necrosi cutanea (6,9%), 3 casi di infezione (10.3%), 6 casi di calcificazioni tendinee (20.7%) e 6 casi di ri-lesione (20.7%).</p>

- **Autori:** Jiazhang Huang, Chen Wang, Xin Ma, Xu Wang, Chao Zhang, Li Chen
- **Titolo:** Rehabilitation regimen after surgical treatment of acute achilles tendon ruptures: a systematic review with meta-analysis
- **Anno:** 2015
- **Tipologia di studio:** Revisione sistematica con Meta-analisi

Obbiettivi	Materiali e Metodi	Outcome	Risultati
<p>Identificare e analizzare l'evidenza clinica relativa alla riabilitazione postoperatoria dopo la riparazione chirurgica delle rotture AT. Sono state inoltre eseguite analisi di sottogruppi per ottenere risultati più affidabili e specifici.</p> 	<p>Gli studi sono stati recuperati effettuando una ricerca nei database Medline, Embase e Cochrane tramite il motore di recupero OVID dal 1990 al 14 agosto 2013. Due revisori, indipendenti tra loro, hanno esaminato criticamente gli studi utilizzando criteri di inclusione ed esclusione preimpostati. La qualità degli studi ammissibili è stata valutata mediante la scala Cochrane a 12 voci. Tutti gli studi inclusi sono stati riassunti e i loro dati sono stati estratti. Le analisi dei sottogruppi sono state eseguite secondo i diversi protocolli di riabilitazione funzionale precoce.</p>	<p><a href="#">ART.</a>  <a href="#">PUBMED/(S)(EXTRA)</a>  <a href="#">HUANG2015 - Rehabilitation Regimen After surgical treatment of acute .pdf</a></p> <p><i>Rif. Tab. 5</i></p>	<p>Alla fine sono stati inclusi 9 studi, costituiti da 6 studi randomizzati controllati e 3 studi quasi randomizzati. Sono stati identificati un totale di 402 pazienti. Sei degli studi inclusi utilizzavano il carico iniziale combinato con i primi esercizi di movimento della caviglia, mentre gli altri 3 utilizzavano solo esercizi di movimento precoce della caviglia. Le analisi dei sottogruppi hanno dimostrato che 11 delle 15 misurazioni dell'esito funzionale erano significativamente superiori per i pazienti sottoposti sia a esercizi di carico iniziale che di movimento della caviglia, rispetto a quelli sottoposti ad immobilizzazione ingessata convenzionale. Tassi simili di recidive (odds ratio [OR], 1,36; IC 95%, 0,38-4,91; P = 0,64) e complicanze maggiori (OR, 0,67; IC 95%, 0,24-1,87; P = 0,44) così come un tasso significativamente più basso di complicanze minori (OR, 0,51; IC 95%, 0,27-0,95; P = 0,03) è stato osservato anche in questo gruppo di riabilitazione funzionale precoce. Per i pazienti che hanno eseguito esclusivamente esercizi di movimento precoce della caviglia, solo 2 delle 14 misurazioni funzionali sono risultate significativamente superiori all'immobilizzazione. Non ci sono state differenze significative anche nei tassi di recidive (OR, 0,47; IC 95%, 0,08-2,70; P = 0,40) e altre complicanze (OR, 1,09; IC 95%, 0,41-2,92; P = 0,86) tra i 2 gruppi.</p>

#### 4. DISCUSSIONE:

Lo scopo della revisione sistematica è quello di ricercare, tra i vari studi della letteratura, le evidenze scientifiche presenti riguardo al trattamento più efficace e che determini il minor numero di recidive dopo l'intervento di chirurgia di riparazione del tendine d'achille.

Analizzando i risultati è emerso che l'utilizzo del tutore, senza un aumento dei tassi di complicanze, lo ha portato ad essere una scelta popolare sia tra i pazienti che tra i medici. Le analisi effettuate soprattutto sugli studi randomizzati e controllati mostra una maggiore soddisfazione del paziente, senza aumento delle complicanze. Pertanto, il tutore funzionale dinamico può contribuire alla pratica basata sull'evidenza nella riabilitazione postoperatoria della rottura acuta del tendine di Achille.

Sulla base degli studi clinici analizzati e delle relative meta-analisi, i risultati superiori della riabilitazione funzionale precoce rispetto all'immobilizzazione convenzionale sono sempre più evidenti. Si è dimostrato [53] che dopo il trattamento chirurgico delle rotture acute di AT, i pazienti sottoposti a carico precoce in combinazione con esercizi di movimento della caviglia hanno ottenuto risultati clinici significativamente superiori rispetto a quelli osservati nei pazienti che hanno ricevuto l'immobilizzazione convenzionale. Inoltre, un numero significativamente maggiore di pazienti che hanno subito questa gestione funzionale precoce sono stati soddisfatti della loro riabilitazione. I risultati hanno definito che il miglioramento del tasso di soddisfazione soggettiva era principalmente correlato ai tempi di recupero più brevi e alle influenze meno negative sulla vita quotidiana, come l'uso delle stampelle. Un numero maggiore di pazienti, che sono stati trattati con esercizi precoci di carico e movimento della caviglia, ha mostrato il ripristino del normale *range* di movimento dell'articolazione Tibio Tarsica, nell'ultimo periodo di follow-up. Inoltre, anche i parametri di recupero della forza come la circonferenza del polpaccio, *heel raise test* e la percentuale di perdita di forza in flessione plantare erano significativamente superiori a quelli ottenuti con l'immobilizzazione. Non si rilevano invece significativi miglioramenti nei parametri di movimento e forza relativi all'articolazione della caviglia nei pazienti che hanno eseguito solo esercizi precoci di movimento della caviglia.

Come emerge dall'articolo [54], la sede più comune di rottura del tendine d'Achille misurata mediante ecografia era a circa 3,0–6,3 cm dal calcagno, dimostrando una debole correlazione con la *Body Mass Index (BMI)*. I pazienti con questo tipo di lesione al tendine hanno riportato esiti chirurgici migliori rispetto a quelli con rottura prossimale: risultati importanti per la pratica clinica ma che però, tuttavia, dovrebbero essere interpretati con molta cautela, in quanto vi sono presenti diverse limitazioni. I risultati del trattamento chirurgico dipendevano da molti altri fattori a causa della natura retrospettiva di questo studio. Tuttavia, si è cercato di eliminare i fattori confondenti.

La tecnica chirurgica e il protocollo riabilitativo postoperatorio erano identici per tutti i soggetti inclusi e tutti gli esami ecografici sono stati eseguiti dallo stesso radiologo. In secondo luogo, il punteggio di rottura del tendine d'Achille e il tasso di re-rottura postoperatoria sono stati valutati solo in un piccolo gruppo di soggetti. Pertanto, dovrebbero essere eseguiti ulteriori studi con un numero maggiore di soggetti e misurazioni obiettive dei risultati, come la forza della flessione plantare e l'*heel rise height test*.

Con lo studio di *Braunstein et al* [55] si è voluto indagare quale fosse il protocollo riabilitativo più efficace successivo ad un intervento mini-invasivo di ricostruzione tendinea, evidenziando pro e contro soprattutto per quanto riguarda il carico precoce dell'arto operato, precoce mobilizzazione dell'articolazione tibio-tarsica e l'integrazione di trattamenti funzionali per la ripresa delle attività. Tuttavia uno dei potenziali limiti di questa revisione sistematica di *Braunstein et al* [55] è che solo un piccolo numero di articoli è stato identificato per l'inclusione: uno studio randomizzato controllato, uno prospettico comparativo e solo cinque studi prospettici. La separazione dovuta ai tre diversi aspetti riabilitativi ha ulteriormente ridotto il numero di studi di confronto, limitando le conclusioni che si possono trarre. Inoltre, la comparabilità degli studi inclusi è complicata poiché sono state eseguite diverse tecniche operative, riparazioni minimamente invasive e percutanee. La differenza principale è che l'apposizione delle estremità del tendine è visualizzata direttamente nella riparazione minimamente invasiva in contrasto con la riparazione percutanea a meno che non venga utilizzata l'endoscopia intraoperatoria o l'ecografia. L'assenza di apposizione, o *gaping*, può provocare un callo tendineo insufficiente o una guarigione tendinea allungata con deficit funzionali. Sebbene sia necessario prestare attenzione quando si confrontano i risultati degli studi biomeccanici con le applicazioni in vivo, l'uso di una "*sutura di bloccaggio*" ha comportato una riparazione significativamente più forte rispetto a una "*sutura a scatola*" [56]. Ad oggi non ci sono studi clinici di confronto tra le due tecniche sebbene sia stato riportato un precoce ritorno al gioco in serie di casi favorevoli alla "*riparazione mini-invasiva*" [57].

Inoltre, è degno di nota che in tutti gli studi di confronto, il protocollo riabilitativo con progressione accelerata, ha fornito risultati superiori senza aumentare il tasso di complicanze. La rilevanza clinica di questo studio è che il carico immediato in un corsetto funzionale, insieme alla mobilizzazione precoce, è sicuro e ha un risultato superiore dopo la riparazione minimamente invasiva dell'ATR. Non è richiesta l'immobilizzazione del gesso per "proteggere" la riparazione. Sono necessari studi controllati più randomizzati per valutare l'effetto di protocolli ancora più accelerati per definire i limiti della riabilitazione progressiva, migliorando così ulteriormente i risultati postoperatori. Con lo studio di *Braumann et al* [58] si è approfondito ulteriormente l'effetto del trattamento funzionale precoce in contrasto con l'immobilizzazione: i risultati

principali erano soggettivi, significativamente migliori e senza aumento del tasso di recidiva per il trattamento funzionale precoce. Il principale limite di questa revisione analizzata è che gli autori non evidenziano i diversi aspetti della riabilitazione, ma distinguono solo l'immobilizzazione da tutti gli altri regimi di trattamento. Si è approfondito l'effetto del carico totale immediato (FWB), concludendo che non vi è un aumento del rischio di recidiva, inoltre gli autori concludono che la combinazione tra FWB e *Early Ankle Mobilization (EM)* è superiore all'immobilizzazione post-intervento. Questo studio non riesce tuttavia a trarre una conclusione finale o a suggerire uno specifico protocollo post-operatorio. Di conseguenza, non è ancora disponibile un protocollo di trattamento basato sulle sole evidenze.

Dallo studio preliminare svolto invece da *Jielile et al [59]* si è rilevato che *l'early post-operative rehabilitation (EPR)* è superiore al *post-operative cast immobilization (PCI)* in termini di punteggi alla *Leppilahti scoring system (LSS)*, volume del tendine, potenziale evocato dai nervi e complicazioni nel trattamento delle rotture del tendine d'Achille trascurate. È stato riportato che il trattamento funzionale post-operatorio che prevede movimenti precoci ed esercizi di sollevamento pesi riduce il periodo di riabilitazione e produce risultati clinici migliori. Già negli anni '90 sono stati riportati nuovi regimi che comportano un movimento precoce delle articolazioni post-operatorio [60, 61, 62]. Nonostante i buoni risultati ottenuti, non è stato condotto uno studio prospettico randomizzato per confrontare questo approccio con il tradizionale trattamento PCI. Lo studio condotto da *Mortensen et al. [63]* ha confrontato questi due regimi, ma gli esercizi di dorsiflessione postoperatoria con un tutore DonJoy ROM-Walker modificato non sono stati applicati fino a quando una stecca dorsale di gesso sotto il ginocchio è stata rimossa, 2 settimane dopo l'operazione. Nel presente studio, l'EPR è stata avviata immediatamente dal primo giorno dopo l'intervento chirurgico e, a 12 settimane dall'operazione, tutti questi pazienti avevano raggiunto uno stato eccellente o buono in base alla valutazione LSS. Pertanto, si è ritenuto che la protezione post-operatoria mediante l'immobilizzazione ingessata della gamba lunga non fosse necessaria e l'EPR dovesse essere iniziata il prima possibile. Durante il follow-up, quattro pazienti sono stati in grado di eseguire con successo il sollevamento del tallone sostenuto con una gamba sola in punta di piedi con il piede operato per 60 secondi a soli 40 giorni dall'operazione. A conoscenza degli autori, questa è la prima volta che un risultato così eccellente è mai stato riportato nel trattamento della rottura del tendine d'Achille trascurata. Esistono tuttavia diverse limitazioni inerenti al disegno dello studio e pertanto dovrebbero essere considerate quando si interpretano i risultati: innanzitutto, la dimensione del campione era piccola e, in secondo luogo, a causa della natura del trattamento, i pazienti e gli sperimentatori non erano ciechi rispetto all'allocazione, il che potrebbe aver portato a errori nella misurazione dei dati. In terzo luogo, il PCI è un motivo

importante per potenziali complicazioni. Ultimo appunto ma non meno importante, la *Leppilahti scoring system* è stato utilizzato per la valutazione dei risultati del trattamento, anche se il punteggio di rottura totale del tendine d'Achille (ATRS) è stato recentemente sviluppato e convalidato come il più sensibile ma non in lingua cinese.

Lo studio di *Groetelaers et al [64]* ha dimostrato che l'intervento di riparazione minimamente invasiva dell'ATR era una tecnica sicura e affidabile, con buoni risultati e complicazioni minime ed inoltre, si è confrontato un programma post-operatorio funzionale completo con l'immobilizzazione in apparecchio gessato. Studi precedenti che hanno confrontato l'immobilizzazione con il movimento dopo la riparazione di un ATR hanno mostrato pochi benefici a favore del movimento precoce dopo l'intervento chirurgico o nessuna differenza. In questo studio, con un tempo di follow-up più lungo e un protocollo di esercizio standardizzato con controlli approfonditi per vari parametri (es. range di movimento, ARPS, QoL, forza) fino a 1 anno dopo l'intervento chirurgico, non si è stati in grado di dimostrare l'effetto benefico del movimento precoce dopo l'intervento chirurgico. Pertanto, si può suggerire che la tecnica di riparazione chirurgica fosse più importante per il risultato finale rispetto alla strategia di trattamento post-chirurgico. Sulla base dei risultati del presente studio, tuttavia, si può solo concludere che non c'era differenza di risultato tra l'assistenza post-operatoria funzionale e l'immobilizzazione dopo una riparazione minimamente invasiva di un ATR. I pazienti dell'FG (*functional group*) si sono lamentati di più del dolore subito dopo l'intervento chirurgico rispetto ai pazienti dell'IG (*immobilization group*). Questo potrebbe essere ben spiegato dal programma di esercizi per i pazienti nel gruppo funzionale. Dopo un periodo di follow-up più lungo, questa differenza è scomparsa. Complicanze come la re-rottura e l'infezione della ferita erano simili tra i 2 gruppi. L'entità delle differenze tra le complicanze era piccola e quindi questo studio era sottodimensionato per mostrare differenze significative.

Per quanto riguarda la lunghezza del neo-tendine d'Achille, i risultati di *Okoroha et al [65]* suggeriscono che tutti i pazienti sottoposti ad intervento di riparazione hanno mostrato un allungamento significativo del tendine, tuttavia nessuna differenza è stata osservata in quelli sottoposti a protocolli riabilitativi tradizionali rispetto a quelli accelerati. È stato rilevato inoltre che l'allungamento avviene nel sito di riparazione e si verifica tra la seconda e la sesta settimana post-chirurgica. Le ragioni di tale allungamento possono essere di natura multifattoriale e potrebbero dipendere dalla tipologia di sutura, dalla rottura dei punti di sutura stessa o dal rimodellamento del neo-tendine. Sebbene sia stato osservato un allungamento significativo dopo l'intervento, tutte le riparazioni sono risultate intatte al follow-up finale e i punteggi degli esiti ottenuti erano accettabili. Nonostante l'allungamento universale del tendine in tutti i nostri

pazienti, non sono state osservate differenze significative tra i gruppi e tutti i soggetti reclutati hanno ottenuto risultati postoperatori soddisfacenti. L'effetto dell'allungamento differenziale sulla funzione e sugli esiti postoperatori dovrebbe essere studiato in studi futuri.

Come già detto precedentemente, si è rilevato che la maggior parte dell'allungamento del tendine si verifica nel primo periodo post-operatorio (2-6 settimane) in entrambi i gruppi e principalmente nel sito di riparazione rispetto alla porzione intratendinea. Il tendine di Achille risiede in un ambiente intrinsecamente ipovascolare ed è imperativo che la guarigione debba avvenire attraverso la protezione della ferita. Pertanto, in precedenza è stato suggerito che il carico precoce sia controproducente a questi sforzi [66]. Tuttavia, il fatto che il nostro studio non abbia riscontrato differenze nel periodo da 2 a 6 settimane con un gruppo in carico con uno stivale rialzato e l'altro senza carico suggerisce che periodi più lunghi di immobilizzazione non sono necessariamente protettivi contro l'allungamento del tendine. La scoperta che la maggior parte dell'allungamento del tendine si verifica nel sito di riparazione piuttosto che nel rimodellamento intratendineo della porzione normale del tendine ha potenziali implicazioni chirurgiche. La tecnica chirurgica, quella di sutura e la posizione di immobilizzazione sono tutti potenziali contributori all'allungamento del sito di riparazione che dovrebbero essere valutati in studi futuri. Inoltre, in questo documento non sono state dimostrate differenze nei tassi di recidiva, cosiccome ricerche più attuali hanno dimostrato che i protocolli di carico accelerato sono sicuri dopo la riparazione chirurgica e non portano a un aumento del tasso di rotture [67, 68]. In questo studio, nessun paziente di ambo i gruppi studiati ha avuto una nuova rottura. Inoltre, tutti i soggetti hanno espresso soddisfazione per il loro range di movimento e funzione. Al follow-up finale, non sono state riscontrate differenze nei risultati riportati dai pazienti o nell'escursione articolare della caviglia. Questi risultati suggeriscono che, alla luce delle pratiche tradizionali di immobilizzazione dopo la riparazione del tendine d'Achille, quando i protocolli di mobilizzazione precoce sono seguiti attentamente da pazienti e operatori, il rischio di recidiva è basso ed è paragonabile a quello dei protocolli tradizionali di carico.

Differenze tra le riabilitazioni che iniziano subito dopo l'intervento chirurgico e quelle con la progressione ritardata per immobilizzazione e assenza di carico, hanno indagato principalmente il tempo necessario per il ritorno alle normali attività [69], mentre tassi di recidiva [70], valutazione della funzione del tendine d'Achille e del tricipite surale sono stati raramente considerati [71, 72]. Al contrario, con lo studio di *Carlos de la Fuente et al* [73] si è approcciata una riabilitazione di tipo aggressivo, secondo i principi terapeutici della mobilizzazione immediata e controllata ed è

stato notato che il carico dopo l'intervento chirurgico genera migliori parametri clinici nella funzione del tendine d'Achille e migliori capacità di sollevamento del tallone su una gamba. In accordo con ciò che è emerso anche dagli studi di *Huang et al [74]*, sono stati riscontrati esiti superiori per la riabilitazione funzionale precoce rispetto ad un'immobilizzazione convenzionale, soprattutto nelle prime quattro settimane dopo la riparazione chirurgica a cielo aperto del tendine di Achille. Il tasso di ri-rottura trovato in questo studio ha anche rivelato valori simili tra gruppi, vicino al 4%. Mentre il valore della trombosi venosa profonda (TVP) era vicino al 6%. I tassi di deficit di forza alla dodicesima settimana indicano un'importante percezione di un flessore plantare più debole nel gruppo convenzionale (42%) rispetto al gruppo di riabilitazione aggressivo (5%).

Per quanto concerne i limiti dello studio, il metodo utilizzato per risalire alla forza del tendine d'Achille era indiretto e, altri metodi non invasivi, come l'elastansiometria, potrebbero potenzialmente essere un descrittore migliore. Inoltre, la funzione del tricipite surale potrebbe anch'essa essere misurata meglio utilizzando studi neurofisiologici (es. elettromiografici) o studi neuromeccanici (es. parametri ecografici) rispetto a quelli antropometrici. Infine, non è stata eseguita una conferma ecografica per completare la diagnosi clinica dello studio in questione. Di particolare interesse, anche l'indagine svolta da *McCormack et al [75]* dove anche qui sono stati indagati sistematicamente due tipi di riabilitazione post-chirurgica di pazienti con rottura acuta del tendine d'Achille. Gli studi sono stati attentamente valutati per la qualità metodologica prima dell'inclusione: i metodi di randomizzazione utilizzati in tre studi non erano ottimali, ma dato il numero limitato e le dimensioni ridotte degli studi disponibili, sono stati inclusi studi altrimenti di alta qualità che avevano però metodi di randomizzazione di bassa qualità [76, 77, 78]. Tutti gli studi utilizzano metodi simili di cura peri-operatoria, tempo di randomizzazione e indagine di follow-up. In entrambi i gruppi, un'elevata percentuale di pazienti è tornata al lavoro precedente all'infortunio e al livello sportivo durante il periodo di follow-up.

La forza muscolare non può essere valutata dalla meta analisi a causa della notevole eterogeneità dei metodi utilizzati per valutarla. Tuttavia, la stessa, la gamma di movimento e l'allungamento del tendine sono migliorati più rapidamente nel gruppo che ha utilizzato il tutore dopo l'intervento. Il carico tendineo precoce favorisce la deposizione di collagene e rafforza il tendine di guarigione. Questo beneficio sembra superare lo svantaggio teorico di una maggiore sollecitazione applicata al tendine di Achille con il carico precoce [79]. Questo beneficio tendineo è stato osservato nel primo anno dopo l'intervento. A lungo termine, la forza e gli esiti antropometrici in entrambi i

gruppi erano simili. Per tutti i risultati, la gamba infortunata è rimasta carente rispetto alla gamba non operata durante il periodo di follow-up. Si segnala una tendenza verso un tasso più basso di complicanze maggiori nel gruppo di utilizzo dei tutori. Non c'era differenza nel tasso di rotture (entrambi i gruppi hanno avuto sei rotture). Questi risultati contrastano con la preoccupazione per il sovraccarico del tendine di guarigione che ha fornito il razionale per l'immobilizzazione postoperatoria con apparecchio gessato [81, 80]. I livelli di soddisfazione dei pazienti erano più alti per il gruppo di tutori in tutti gli studi che hanno valutato questo risultato. Un livello così elevato di soddisfazione del paziente per i regimi di mobilizzazione precoce è stato sorprendente, poiché i tutori dinamici sono leggeri e alcuni modelli sono rimovibili. Inoltre, i protocolli di mobilizzazione precoce hanno incoraggiato il carico precoce, riducendo al minimo la disabilità del paziente. Una misura di esito validata e orientata al paziente ha confermato una qualità della vita correlata alla salute significativamente più elevata con carico precoce del peso.



## 5. CONCLUSIONI:

Lo scopo della revisione sistematica è quello di ricercare, tra i vari studi della letteratura, le evidenze scientifiche presenti riguardo al trattamento più efficace e che determini il minor numero di recidive dopo l'intervento di chirurgia di riparazione del tendine d'achille. Con il seguente studio è stato possibile raccogliere alcune considerazioni che potrebbero risultare utili al clinico nella propria pratica:

→ Il lavoro attivo e funzionale non porta grossi svantaggi e permette ai pazienti di lavorare in prima persona sul loro recupero, con una tendenza a minori complicazioni, rispetto all'immobilizzazione.

→ La riabilitazione aggressiva post chirurgia percutanea (tipo *Dresden*), a 12 settimane dall'intervento, porta ad esiti clinici migliori, funzione del tendine d'Achille migliore e ad un tasso di complicanze post-operatorie simile alla riabilitazione con immobilizzazione e assenza di carico;

→ Nella pratica clinica, la riabilitazione funzionale precoce dopo la riparazione del tendine d'Achille è sicura, vi è una maggiore soddisfazione del paziente e porta inoltre ad un precoce ritorno alla funzione, pertanto l'immobilizzazione postoperatoria non è necessaria né utile.

→ Il carico precoce combinato con esercizi di mobilizzazione precoce della caviglia consente di ottenere un recupero funzionale migliore e più rapido rispetto all'immobilizzazione convenzionale dopo la riparazione chirurgica di AT.

→ I vantaggi e la comodità del tutore funzionale dinamico, senza un aumento dei tassi di complicanze, lo ha portato, per la rottura del tendine d'Achille, ad essere una scelta condivisa sia tra i pazienti che tra i medici, mostrando una maggiore soddisfazione del paziente senza aumento del numero delle complicanze.

→ Dopo la riparazione, si raccomanda il seguente protocollo riabilitativo basato sull'evidenza: i pazienti sono autorizzati a sopportare immediatamente il pieno peso. Per due settimane la caviglia viene immobilizzata in flessione plantare. A partire dalla terza settimana i pazienti sono incoraggiati a mobilizzare la caviglia con flessione plantare libera e limitazione della dorsi-flessione. È concesso e incoraggiato l'immediato carico completo con un tutore funzionale o un'ortesi, associando il movimento attivo precoce (*Rif. Fig.2*)

**Evidence-based rehabilitation protocol following minimal invasive Achilles tendon repair**

Rehabilitation Phase	Week 0-2	Week 3-6
Weight bearing	FWB	FWB
ROM	None	Free plantar flexion Limited dorsiflexion at 0°
Orthesis (e.g. VacoPed, Donjoy ROM Walker)	20° PF	Free plantar flexion Limited dorsiflexion at 0°

**Fig. 2** Evidence-based accelerated rehabilitation protocol following minimal invasive repair of acute ATRs

→ Il lavoro attivo e funzionale non porta grossi svantaggi e permette ai pazienti di lavorare in prima persona sul loro recupero, con una tendenza a minori complicazioni, rispetto all'immobilizzazione.

→ La riabilitazione aggressiva post chirurgia percutanea (tipo *Dresden*), a 12 settimane dall'intervento, porta ad esiti clinici migliori, funzione del tendine d'Achille migliore e ad un tasso di complicanze post-operatorie simile alla riabilitazione con immobilizzazione e assenza di carico;

→ Nella pratica clinica, la riabilitazione funzionale precoce dopo la riparazione del tendine d'Achille è sicura, vi è una maggiore soddisfazione del paziente e porta inoltre ad un precoce ritorno alla funzione, pertanto l'immobilizzazione postoperatoria non è necessaria né utile.

## **6. LIMITI DELL'ELABORATO:**

La presente revisione presenta alcuni limiti: in primo luogo, la carenza di competenze metodologiche dovute alla ridotta esperienza nella conduzione della ricerca da parte del revisore e dal fatto che l'analisi è stata condotta su un numero ristretto di database; inoltre non sono state considerate fonti cartacee e letteratura grigia. Vista l'elevata presenza di studi datati e antecedenti al 2010, si è voluto cercare di redigere una revisione innovativa, facendo il riassunto della più recente letteratura scientifica in merito, tralasciando probabilmente documentazione che, nonostante l'anno di redazione, potrebbe fornire indicazioni di trattamento migliori delle attuali. Inoltre, si segnala la scarsa numerosità campionaria di alcuni studi. Per ultimo, la revisione ha seguito parzialmente la checklist del PRISMA Statement e non è stato registrato un protocollo di ricerca.

## **7. BIBLIOGRAFIA:**

1. Klenerman, L., 2007. The early history of tendo Achillis and its rupture. *J. Bone Joint Surg. Br.* 89-B, 545-547.
2. Freedman, B.R., Gordon, J.A., Soslowsky, L.J., 2014. The Achilles tendon: fundamental properties and mechanism governing healing. *Muscles Ligaments Tendons J.* 4, 245-255.
3. Joseph, M.F., Lillie, K.R., Bergeron, D.J., Denegar, C.R., 2012. Measuring Achilles tendon mechanical properties: a reliable, noninvasive method. *J. Strength Cond. Res.* 26, 2017–2020.

4. Ying, M., Yeung, E., Li, B., Li, W., Lui, M., Tsoi, C.W., 2003. Sonographic evaluation of the size of Achilles tendon: the effect of exercise and dominance of the ankle. *Ultrasound Med. Biol.* 29, 637–642.
5. Nickisch, F., 2009. Anatomy of the achilles tendon. *Achilles Tendon Treat. Rehabil.*, 3–16.
6. O'Brien, M., 2009. Anatomy of the achilles tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005 Jun;10(2):225-38.
7. Dawe, E.J.C., Davis, J., 2011. (vi) Anatomy and biomechanics of the foot and ankle. *Orthop. Trauma* 25, 279–286.
8. Joseph, M.F., Lillie, K.R., Bergeron, D.J., Denegar, C.R., 2012. Measuring Achilles tendon mechanical properties: a reliable, noninvasive method. *J. Strength Cond. Res.* 26, 2017–2020.
9. O'Brien, T.D., Reeves, N.D., Baltzopoulos, V., Jones, D.A., Maganaris, C.N., 2010. Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. *J. Biomech.* 43, 1190–1195.
10. Edama, M., Kubo, M., Onishi, H., Takabayashi, T., Inai, T., Yokoyama, E., Hiroshi, W., Satoshi, N., Kageyama, I., 2015. The twisted structure of the human Achilles tendon. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 25, e497–503.
11. Szaro, P., Witkowski, G., Smigielski, R., Krajewski, P., Cizek, B., 2009. Fascicles of the adult human Achilles tendon — an anatomical study. *Ann. Anat.* 191, 586–593.
12. Narici, M.V., Maffulli, N., Maganaris, C.N., 2008. Ageing of human muscles and tendons. *Disabil. Rehabil.* 30, 1548–1554.
13. Thermann, H., Frerichs, O., Blewener, A., Krettek, C., Schandelmaier, P., 1995. Biomechanical analyses of human achilles tendon rupture. *Unfallchirurg* 98, 570–575.
14. Suchak, A.A., Bostick, G., Reid, D., Blitz, S., Jomha, N., 2005. The incidence of Achilles tendon ruptures in Edmonton, Canada. *Foot Ankle Int.* 26, 932–936.
15. De Jonge, S., Van Den Berg, C., De Vos, R.J., Van Der Heide, H.J.L., Weir, A., Verhaar, J.A.N., Bierma-Zeinstra, S.M.A., Tol, J.L., 2011. Incidence of midportion Achilles tendinopathy in the general population. *Br. J. Sports Med.* 45, 1026–1028.

16. Abate, M., Oliva, F., Schiavone, C., Salini, V., 2012. Achilles tendinopathy in amateur runners: role of adiposity (tendinopathies and obesity). *Muscles Ligaments Tendons J.* 2, 44–48.
17. Spang, C., Alfredson, H., Ferguson, M., Roos, B., Bagge, J., Forsgren, S., 2013. The plantaris tendon in association with mid-portion Achilles tendinosis: tendinosis-like morphological features and presence of a non-neuronal cholinergic system. *Histol. Histopathol.* 28, 623–632.
18. Gollnick, P.D., Sjödín, B., Karlsson, J., Jansson, E., Saltin, B., 1974. Human soleus muscle: a comparison of fiber composition and enzyme activities with other leg muscles. *Pflügers Arch. Eur. J. Physiol.* 348, 247–255.
19. Pekala, P.A., Henry, B.M., Ochala, A., Kopacz, P., Taton, G., Mlyniec, A., Walocha, J.A., Tomaszewski, K.A., 2017. The twisted structure of the Achilles tendon unraveled: a detailed quantitative and qualitative anatomical investigation. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 27, 1705–1715.
20. Lohrer, H., Arentz, S., Nauck, T., Dorn-Lange, N.V., Konerding, M.A., 2008. The achilles tendon insertion is crescent-shaped: an in vitro anatomic investigation. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 466 (9), 2230–2237.
21. Del Buono, A., Chan, O., Maffulli, N., 2013. Achilles tendon: functional anatomy and novel emerging models of imaging classification. *Int Orthop.* 2013 Apr;37(4):715-21.
22. Chen, T.M., Rozen, W.M., Pan, W.-R., Ashton, M.W., Richardson, M.D., Taylor, G.I., 2009. The arterial anatomy of the Achilles tendon: anatomical study and clinical implications. *Clin. Anat.* 22, 377–385.
23. Blackmon, J.A., Atsas, S., Clarkson, M.J., Fox, J.N., Daney, B.T., Dodson, S.C., Lambert, H.W., 2013. Locating the sural nerve during calcaneal (Achilles) tendon repair with confidence: a cadaveric study with clinical applications. *J. Foot Ankle Surg.* 52, 42–47.
24. Maes, R., Copin, G., Averous, C., 2006. Is percutaneous repair of the Achilles tendon a safe technique? A study of 124 cases. *Acta Orthop. Belg.* 72, 179–183.
25. Rebecato, A., Santini, S., Salmaso, G., Nogarin, L., 2001. Repair of the achilles tendon rupture: a functional comparison of three surgical techniques. *J. Foot Ankle Surg.* 40, 188–194.

26. Doral, M.N., Alam, M., Bozkurt, M., Turhan, E., Atay, O.A., Donmez, G., Maffulli, N., 2010. Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 18, 638–643.
27. Waggett, A.D., Ralphs, J.R., Kwan, A.P., Woodnutt, D., Benjamin, M., 1998. Characterization of collagens and proteoglycans at the insertion of the human Achilles tendon. *Matrix Biol.* 16, 457–470.
28. Franchi, M., Fini, M., Quaranta, M., De Pasquale, V., Raspanti, M., Giavaresi, G., Ottani, V., Ruggeri, A., 2007. Crimp morphology in relaxed and stretched rat Achilles tendon. *J. Anat.* 210, 1–7.
29. Narici, M.V., Maganaris, C.N., 2006. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat.* 2006 Apr;208(4):433-43.
30. Suchak AA, Bostick G, Reid D, et al. The incidence of Achilles tendon ruptures in Edmonton, Canada. *Foot Ankle Int.* 2005;26:932-936.
31. Zellers JA, Carmont MR, Grävare Silbernagel K. Return to play post-Achilles tendon rupture: a systematic review and meta-analysis of rate and measures of return to play. *Br J Sports Med.* 2016 Nov;50(21):1325-1332.
32. Khan RJK, Fick D, Keogh A, Crawford J, Brammar T, Parker M. Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87:2202-2210.
33. Maffulli N. The clinical diagnosis of subcutaneous tear of the Achilles tendon: a prospective study in 174 patients. *Am J Sports Med.* 1998;26:266-270.
34. Schepsis AA, Jones H, Haas AL. Achilles tendon disorders in athletes. *Am J Sports Med.* 2002; 30:287-305.
35. Chiodo CP, Wilson MG. Current concepts review: acute ruptures of the Achilles tendon. *Foot Ankle Int.* 2006; 27:305-313.
36. Leppilahti J, Orava S. Total Achilles tendon rupture: a review. *Sports Med.* 1998;25: 79-100.

37. Maffulli N. Current concepts in the management of subcutaneous tears of the Achilles tendon. *Bull Hosp Jt Dis.* 1998; 57:152-158.
38. Alfredson H, Lorentzon R. Chronic Achilles tendinosis: recommendations for treatment and prevention. *Sports Med.* 2000;29: 135-146.
39. Maffulli N, Ajs A. Management of chronic ruptures of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90: 1348-1360.
40. Kongsgaard M, Aagaard P, Kjaer M, Magnusson SP. Structural Achilles tendon properties in athletes subjected to different exercise modes and in Achilles tendon rupture patients. *J Appl Physiol.* 2005;99: 1965-1971.
41. Maffulli N. The clinical diagnosis of subcutaneous tear of the Achilles tendon. A prospective study in 174 patients. *Am J Sports Med* 1998;26(2):266–7.
42. Chiodo CP, Glazebrook M, Bluman EM, Cohen BE, Femino JE, Giza E, et al. Diagnosis and treatment of acute Achilles tendon rupture. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010; 18:503–1.
43. Soroceanu A, Sidhwa F, Aarabi S, Kaufman A, Glazebrook M. Surgical versus nonsurgical treatment of acute Achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94:2136.
44. Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, Felländer-Tsai L, Mattila VM. Acute Achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am J Sports Med.* 2014; 42:2419–23.
45. Sheth U, Wasserstein D, Jenkinson R, Moineddin R, Kreder H, Jaglal SB. The epidemiology and trends in management of acute Achilles tendon ruptures in Ontario, Canada: a population-based study of 27 607 patients. *Bone Joint J.* 2017;99-B:78–86.
46. Amendola A, Bryant D, Mohtadi NG, Giffin JR, Fowler P, Kean CO, Kirkley A. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a multicenter randomized trial using accelerated functional rehabilitation. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(17):2767-75.
47. Kadakia AR, Dekker RG II, Ho BS. Acute Achilles tendon ruptures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017; 25:23–31.

48. Lantto I, Heikkinen J, Flinkkila T, Ohtonen P, Siira P, Laine V, et al. A prospective randomized trial comparing surgical and nonsurgical treatments of acute Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med.* 2016;44: 2406–14.
49. Heikkinen J, Lantto I, Flinkkila T, Ohtonen P, Niinimäki J, Siira P, et al. Soleus atrophy is common after the nonsurgical treatment of acute Achilles tendon ruptures: a randomized clinical trial comparing surgical and nonsurgical functional treatments. *Am J Sports Med.* 2017; 45:1395–404.
50. Hsu AR, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Ellington JK, Anderson RB. Clinical outcomes and complications of percutaneous Achilles repair system versus open technique for acute Achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int.* 2015;36: 1279–86.
51. Yang B, Liu Y, Kan S, Zhang D, Xu H, Liu F, Ning G, Feng S. Outcomes, and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis. *Int J Surg.* 2017; 40:178-86.
52. Zhang H, Tang H, He Q, Wei Q, Tong D, Wang C, et al. Surgical versus conservative intervention for acute Achilles tendon rupture. *Medicine.* 2015; 94: e1951.
53. Jiazhang Huang, Chen Wang, Xin Ma, Xu Wang, Chao Zhang, Li Chen. Rehabilitation regimen after surgical treatment of acute achilles tendon ruptures: a systematic review with meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2015 Apr;43(4):1008-16.
54. Shengxuan Cao, Zhaolin Teng, Chen Wang, Qian Zhou, Xu Wang, Xin Ma. Influence of Achilles tendon rupture site on surgical repair outcomes. *J Orthop Surg (Hong Kong).* Jan-Apr 2021;29(1):23094990211007616.
55. Mareen Braunstein, Sebastian F Baumbach, Wolfgang Boecker, Mike R Carmont, Hans Polzer. Development of an accelerated functional rehabilitation protocol following minimal invasive Achilles tendon repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Mar;26(3):846-853.
56. Demetracopoulos CA, Gilbert SL, Young E, Baxter JR, Deland JT (2014) Limited-open Achilles tendon repair using locking sutures versus nonlocking sutures: an in vitro model. *Foot Ankle Int* 35:612–618.

57. McCullough KA, Shaw CM, Anderson RB (2014) Mini-open repair of achilles rupture in the national football league. *J Surg Orthop Adv* 23:179–183.
58. Mareen Brumann , Sebastian F Baumbach , Wolf Mutschler , Hans Polzer. Accelerated rehabilitation following Achilles tendon repair after acute rupture – Development of an evidence-based treatment protocol. *Injury*. 2014 Nov;45(11):1782-90.
59. Jiasharete Jielile, Ayinazi Badalihan, Bayixiati Qianman, Tuerde Satewalede, Jianati Wuerliebieke, Mailamuguli Kelamu, Ayidaer Jialihasi. Clinical outcome of exercise therapy and early post-operative rehabilitation for treatment of neglected Achilles tendon rupture: a randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016 Jul;24(7):2148-55.
60. Motta P, Errichiello C, Pontini I (1997) Achilles tendon rupture. A new technique for easy surgical repair and immediate movement of the ankle and foot. *Am J Sports Med* 25:172–176.
61. Solveborn SA, Moberg A (1994) Immediate free ankle motion after surgical repair of acute Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 22:607–610.
62. Uchiyama E, Nomura A, Takeda Y, Hiranuma K, Iwaso H (2007) A modified operation for Achilles tendon ruptures. *Am J Sports Med* 35:1739–1743.
63. Mortensen HM, Skov O, Jensen PE (1999) Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study. *J Bone Joint Surg Am* 81:983–990.
64. René P T G C Groetelaers<sup>1</sup>, Loes Janssen<sup>2</sup>, Jolanda van der Velden<sup>3</sup>, Arvid W J Wieland<sup>3</sup>, Angelique G F M Amendt<sup>3</sup>, Peter H J Geelen<sup>3</sup>, Heinrich M J Janzing<sup>3</sup>. Functional treatment or cast immobilization after minimally invasive repair of an Acute Achilles Tendon Rupture: a prospective, randomized trial. *Foot Ankle Int*. 2014 Aug;35(8):771-778.
65. Kelechi R Okoroha, Najib Ussef, Toufic R Jildeh , Lafi S Khalil , Laith Hasan , Carter Bench , Ferras Zeni , Erik Eller , Vasilios Moutzouros. Comparison of tendon lengthening with traditional versus accelerated rehabilitation after achilles tendon repair. *Am J Sports Med*. 2020 Jun;48(7):1720-1726.

66. Eliasson P, Coupe C, Lonsdale M, et al. Ruptured human Achilles tendon has elevated metabolic activity up to 1 year after repair. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43(10):1868-1877.
67. Eliasson P, Agergaard AS, Coupe C, et al. The ruptured Achilles tendon elongates for 6 months after surgical repair regardless of early or late weightbearing in combination with ankle mobilization: a randomized clinical trial. *Am J Sports Med*. 2018;46(10):2492-2502.
68. Jildeh TR, Okoroha KR, Marshall NE, Abdul-Hak A, Zeni F, Moutzourous V. Infection and rerupture after surgical repair of Achilles tendons. *Orthop J Sports Med*. 2018;6(5):2325967118774302.
69. Sorrenti, S.J. Achilles tendon rupture: effect of early mobilization in rehabilitation after surgical repair. *Foot Ankle Int*. 2006; 27:407-410.
70. van der Eng, D.M., Schepers, T., Goslings, J.C., Schep, N.W. Re-rupture rate after early weightbearing in operative versus conservative treatment of Achilles tendon ruptures: a meta-analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2013; 52:622-628.
71. Clark, B.C., Manini, T.M., Bolanowski, S.J., Ploutz-Snyder, L.L. Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: II. Neurological properties and motor imagery efficacy. *J Appl Physiol (1985)*. 2006; 101:264-272.
72. Pneumaticos, S.G., McGarvey, W.C., Mody, D.R., Trevino, S.G. The effects of early mobilization in the healing of Achilles tendon repair. *Foot Ankle Int*. 2000; 21:551- 557.
73. Carlos De la Fuente, Roberto Peña y Lillo, Gabriel Carreño, Hugo Marambio, Prospective randomized clinical trial of aggressive rehabilitation after acute Achilles tendon ruptures repaired with Dresden Technique. *Foot (Edinb)*. 2016 Mar;26:15-22.
74. Huang, J., Wang, C., Ma, X., Wang, X., Zhang, C., Chen, L. Rehabilitation regimen after surgical treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic review with meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2015; 43:1008-1016.

75. R McCormack<sup>1</sup>, J Bovard<sup>1</sup> Early functional rehabilitation or cast immobilization for the postoperative management of acute Achilles tendon rupture? A meta-analysis of randomized controlled trial. *Br J Sports Med*. 2015 Oct;49(20):1329-35.
76. Kerkhoffs GMMJ, Struijs PAA, Raaymakers ELFB, et al. Functional treatment after surgical repair of acute Achilles tendon rupture: wrap vs walking cast. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122:102–5.
77. Maffulli N, Tallon C, Wong J, et al. Early weightbearing and ankle mobilization after open repair of acute midsubstance tears of the Achilles tendon. *Am J Sports Med* 2003; 31:692–700.
78. Maffulli N, Tallon C, Wong J, et al. No adverse effect of early weight bearing following open repair of acute tears of the Achilles tendon. *J Sports Med Phys Fitness* 2003; 43:367–79.
79. Stehno-Bittel L, Reddy GK, Gum S, et al. Biochemistry and biomechanics of healing tendon: part I. effects of rigid plaster casts and functional casts. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:788–93.
80. Khan RJK, Fick D, Keogh A, et al. Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87:2202–10.
81. Suchak AA, Bostick G, Reid D, et al. The incidence of Achilles tendon ruptures in Edmonton, Canada. *Foot Ankle Int* 2005; 26:932–6.