

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Fisioterapia

Tendon Neuroplastic Training: un nuovo approccio riabilitativo per la risoluzione del dolore e il ritorno allo sport nelle persone con tendinopatia achillea e patellare: Scoping review

Tesi di Laurea in Riabilitazione Speciale 2

Presentata da:

Federica Borella

Relatore:

Chiar.ma Prof.ssa

Deborah Deserri

Anno Accademico 2019/20

Sessione I

ABSTRACT

Introduzione: le tendinopatie achillea (TA) e patellare (TP) risultano essere le tendinopatie più frequenti a livello dell'arto inferiore e sono caratterizzate da sintomi persistenti quali dolore che si accentua col carico e compromissione della funzione. L'approccio riabilitativo tradizionale utilizzato per il trattamento di queste tendinopatie si basa sull'esecuzione di esercizi eccentrici isolati in carico, modalità che risulta tuttavia inefficace per circa il 45% dei pazienti. Stanno perciò emergendo nuove strategie riabilitative che includano altri tipi di contrazione muscolare. Inoltre recentemente si è ipotizzata una correlazione tra la persistenza dei sintomi e fenomeni di sensibilizzazione del SNC.

Obiettivo: analizzare l'efficacia delle nuove strategie riabilitative basate sul carico nel trattamento della tendinopatia achillea e patellare - in particolare *l'Heavy Slow Resistance Training* - e le componenti di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale che sembrano ostacolare la riabilitazione. Gli outcome ricercati erano la risoluzione dolore e la ripresa della funzione o dell'attività sportiva.

Materiali e metodi: è stata effettuata una ricerca nelle principali banche dati (PubMed, PEDro, The Cochrane Library). La ricerca poteva includere disegni di studio primari e secondari pubblicati tra il 01/01/2013 e il 31/08/2020, con punteggio della PEDro scale di almeno 5/10, con full-text reperibili in lingua italiana o inglese. Negli studi i soggetti dovevano presentare un quadro di TA o TP con eventuale associazione di alterazioni dell'elaborazione del dolore a livello centrale e dovevano essere sottoposti a un programma di esercizio eccentrico o ad altri tipi di esercizi in carico, in particolare *l'Heavy Slow Resistance (HSR)*.

Risultati: 5 studi hanno soddisfatto i criteri di inclusione. Tre studi analizzavano l'esercizio eccentrico, l'HSR e altre tipologie di esercizio in carico nel trattamento della TA e della TP. In questi ultimi si conferma l'efficacia dell'HSR per il raggiungimento degli outcome desiderati, ma non in maniera statisticamente significativa rispetto all'esercizio eccentrico. Due articoli avevano come scopo chiarire se fosse presente un quadro di sensibilizzazione del SNC nei soggetti con TA e TP. Entrambi gli studi affermano la presenza di un'alterazione della capacità di modulazione centrale del dolore.

Conclusioni: l'HSR risulta essere efficace per il trattamento della TA e TP in maniera sovrapponibile all'esercizio eccentrico tradizionale. L'alta percentuale di recidiva dei sintomi potrebbe essere causata da un'alterazione della capacità di modulare il dolore in questi pazienti. E' necessario quindi ricercare nuove tipologie di trattamento - come il *Tendon Neuroplastic Training* - che tengano conto delle presenza di sensibilizzazione del SNC.

INDICE:

INTRODUZIONE	5
Capitolo 1: MATERIALI E METODI	6
1.1. Obiettivo	6
1.2. Strategie di ricerca	6
1.3. Criteri di eleggibilità	7
1.4. Selezione degli studi	8
1.5. Strumenti di valutazione della qualità metodologica	11
Capitolo 2: RISULTATI	12
2.1. Descrizione degli studi	12
2.2. Analisi della qualità metodologica degli studi	24
Capitolo 3: DISCUSSIONE	28
Capitolo 4: CONCLUSIONI	34
BIBLIOGRAFIA	36

INTRODUZIONE

Le tendinopatie del tendine d'Achille e del tendine patellare risultano essere le tendinopatie più frequenti a livello dell'arto inferiore; colpiscono prevalentemente gli sportivi ma anche la popolazione sedentaria. Sono patologie da *overuse*, che tendono a cronicizzare.

Clinicamente la tendinopatia achillea e la tendinopatia patellare sono caratterizzate da due sintomi principali: compromissione della funzione a livello del distretto colpito e dolore persistente localizzato che si accentua con il carico. Le tendinopatie achillea e patellare - come peraltro le tendinopatie che colpiscono l'arto superiore - tendono spesso a non rispondere adeguatamente al trattamento riabilitativo. Tradizionalmente l'approccio riabilitativo più utilizzato per il trattamento di queste due tendinopatie si basa sull'esecuzione di esercizi eccentrici isolati in carico. Tuttavia questa modalità di trattamento si dimostra inefficace per quasi il 45% dei pazienti. Negli ultimi anni sono quindi emerse nuove strategie riabilitative basate sull'esercizio in carico, che - oltre alle contrazioni muscolari eccentriche - includono contrazioni muscolari isometriche e concentriche. Il carico, paradossalmente, risulta essere uno dei maggiori fattori di rischio per l'instaurarsi della tendinopatia e al contempo lo strumento migliore per indurre un adattamento positivo - e quindi un incremento della funzione - nel tendine stesso.

Alcuni autori si sono concentrati sulle possibili cause per cui i sintomi causati dalle tendinopatie - compresa quella che colpisce il tendine d'Achille e il tendine patellare - tendano frequentemente a persistere. Recentemente si è ipotizzato che esista una stretta correlazione tra la persistenza dei sintomi (dolore e compromissione della funzione) e fenomeni di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale.

La ricerca quindi sarà indirizzata verso l'individuazione dell'approccio terapeutico che ad oggi risulti essere il più efficace per la risoluzione del dolore e il ritorno all'attività negli sportivi con tendinopatia achillea e patellare, confrontando i diversi regimi di trattamento basati sul carico, nello specifico l'Heavy Slow Resistance Training.

Si indagherà sui fenomeni di sensibilizzazione del sistema nervoso e di neuroplasticità in relazione alla tendinopatia achillea e patellare, inoltre si introdurrà il concetto di *Tendon Neuroplastic Training*.

Capitolo 1: MATERIALI E METODI

1.1. Obiettivo

Attualmente l'approccio riabilitativo standard per il trattamento delle principali tendinopatie dell'arto inferiore risulta essere basato sull'esecuzione di esercizi di contrazione isolata eccentrica. A causa dell'alta percentuale di recidiva e persistenza dei sintomi dopo l'esecuzione dei protocolli di esercizio isolato eccentrico, negli ultimi anni si stanno sperimentando nuove strategie riabilitative che includano una combinazione delle contrazioni muscolari concentriche e isometriche, associate alle eccentriche.

Essendo inoltre la tendinopatia una condizione cronica - soprattutto per quanto riguarda il dolore – studi recenti si sono concentrati sui possibili meccanismi neurali coinvolti nella persistenza dei sintomi, andando ad investigare la presenza di un'alterata elaborazione del dolore a livello centrale, che rappresenterebbe un importante fattore da tenere in considerazione nel trattamento delle tendinopatie.

L'obiettivo della ricerca è quindi analizzare l'efficacia delle nuove strategie riabilitative basate sul carico nel trattamento della tendinopatia achillea e patellare - in particolare *l'Heavy Slow Resistance Training* – e le componenti di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale che sembrano inficiare il raggiungimento degli outcome desiderati.

1.2. Strategie di ricerca

Il periodo di ricerca è iniziato ad aprile 2020 e si è protratto fino ad agosto 2020.

Sono state consultate le principali banche dati elettroniche: PubMed, The Cochrane Library (Cochrane Central Register of Controlled Trials) e PEDro (Physiotherapy Evidence Database).

Le parole chiave utilizzate per la ricerca sono le seguenti:

- *Achilles tendinopathy*
- *Patellar tendinopathy*
- *Loading-based exercise*
- *Heavy slow resistance training*
- *Eccentric exercise*
- *Exercise therapy*
- *Neuroplasticity*
- *Central sensitization*
- *Central nervous system*

- *Sport performance*
- *Pain*
- *Function*

Di seguito si riportano le stringhe di ricerca utilizzate.

- Stringa di ricerca utilizzata su Pubmed e Cochrane:

((("patellar tendinopathy" OR "achilles tendinopathy") AND (load OR "heavy slow resistance") AND pain AND (function OR athlete OR sport)) OR (("patellar tendinopathy" OR "achilles tendinopathy") AND ("central nervous system sensitization" OR "central pain" OR sensitization)))*

- Stringa di ricerca utilizzata su PEDro:

achilles patellar tendinopathy load heavy slow resistance nervous system*

Si è poi proceduto alla selezione tramite la lettura di titolo e abstract pertinenti. Successivamente per completare la selezione è stato effettuato un ulteriore screening tramite la lettura del testo intero.

1.3. Criteri di eleggibilità

P = soggetti con tendinopatia patellare o achillea con eventuale associazione di alterazioni dell'elaborazione del dolore a livello centrale

I = *Heavy Slow Resistance Training*

C = esercizio eccentrico/altri esercizi di rinforzo/nessun trattamento

O = risoluzione dolore, ritorno all'attività sportive/ripresa della funzione

I criteri di inclusione sono i seguenti:

- Disegni di studio primari e secondari
- Periodo di pubblicazione: dal 01/01/2013 al 31/08/2020
- Per i disegni di studio RCT: PEDro Scale \geq 5/10
- Reperibilità dei full text

- Lingua: inglese, italiano

I criteri di esclusione sono i seguenti:

- Periodo di pubblicazione: antecedente al 01/01/2013 o successivo al 31/08/2020
- Per i disegni di studio RCT: PEDro Scale < 5/10

1.4. Selezione degli studi

Il processo di selezione degli studi è riportato nel seguente diagramma di flusso (fig. 1), creato secondo le indicazioni del “Preferred Reporting for Systematic Reviews and Meta-Analyses” (PRISMA).

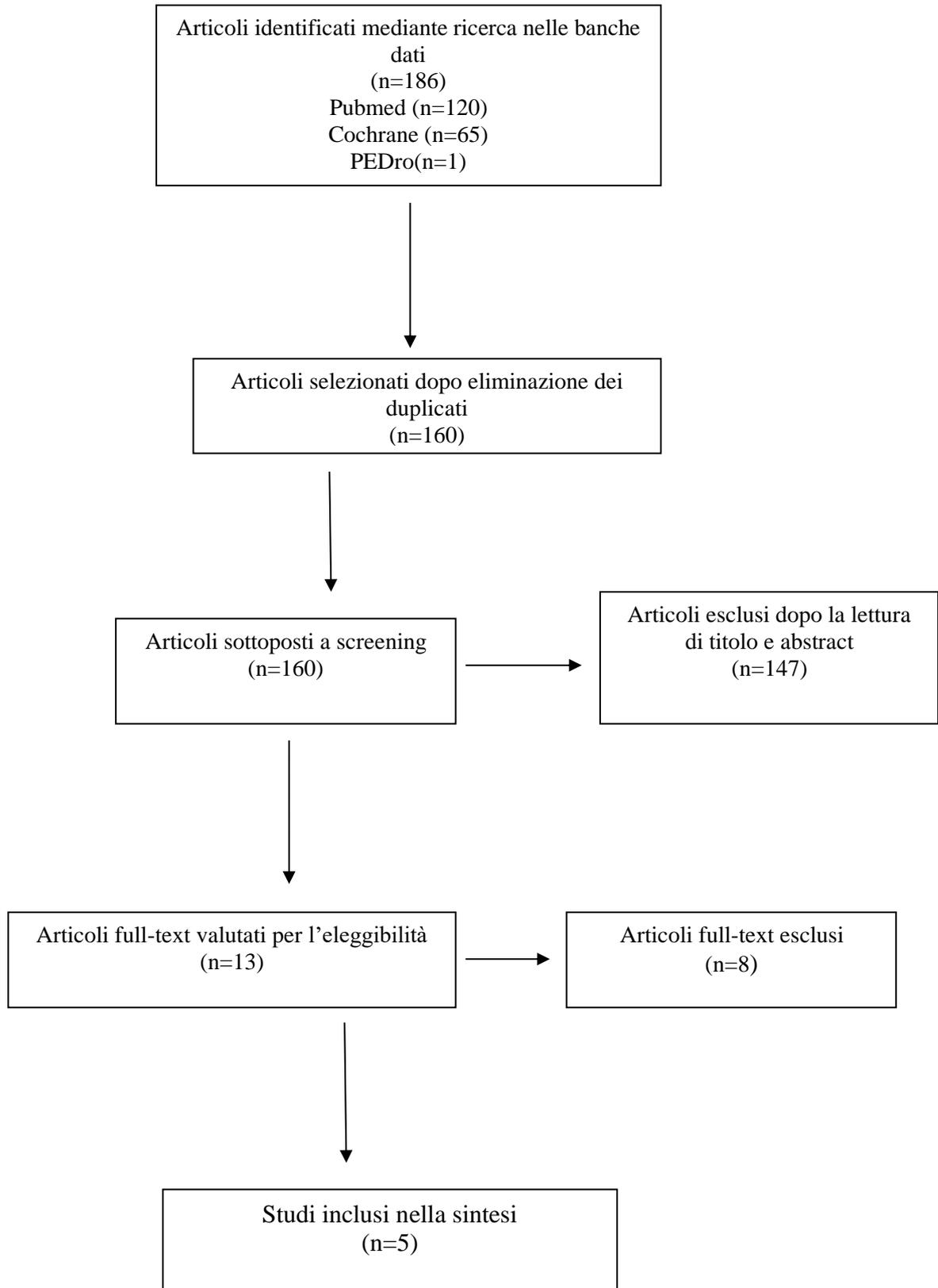


Figura 1: diagramma di flusso Prisma di selezione degli studi

La ricerca ha prodotto 186 risultati di cui 120 su Pubmed, 65 su Cochrane e 1 su PEDro. In seguito all'eliminazione dei doppioni, sono stati sottoposti a screening del titolo - ed eventualmente dell'abstract – i rimanenti 160 articoli. Di questi ne sono stati ulteriormente esclusi 147 poiché non corrispondevano ai criteri di eleggibilità. I restanti 13 articoli sono stati valutati tramite la lettura del full-text. I 5 studi inclusi nella revisione - tre Revisioni Sistematiche, un RCT e uno studio Cross-sectional - soddisfano tutti i criteri di inclusione.

1.5. Strumenti di valutazione della qualità metodologica

La qualità metodologica degli studi è stata valutata tramite:

- PEDro Scale per la valutazione dello studio RCT
- PRISMA Statement 2009 per la valutazione delle Revisioni Sistematiche
- STROBE Statement per la valutazione dello studio cross-sectional

Capitolo 2: RISULTATI

2.1. Descrizione degli studi

In questo capitolo verranno descritti i 5 studi inclusi nella revisione.

Rikke Beyer et al. 2015 [7]

Lo studio di R. Beyer et al. “*Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial.*” è un RCT il cui scopo è valutare l’efficacia dell’esercizio eccentrico e dell’*Heavy Slow Resistance* (HSR) in persone con tendinopatia achillea (TA).

Negli ultimi anni l’esercizio isolato eccentrico in carico è diventato il principale trattamento conservativo per la tendinopatia achillea, tuttavia non vi sono evidenze che quest’ultimo sia il regime di trattamento più efficace per il trattamento della tendinopatia achillea, inoltre il 45% dei pazienti con TA sembra non rispondere a questa tipologia di esercizio terapeutico. Sono stati sviluppati quindi nuovi regimi di trattamento in carico che comprendano sia contrazioni eccentriche che concentriche. In particolare l’HSR in studi recenti si è dimostrato più efficace in termini di outcome a lungo termine rispetto all’esercizio eccentrico per quanto riguarda la tendinopatia patellare, al contrario nessuno studio aveva ancora investigato gli effetti dell’HSR nelle persone con TA.

Lo studio RCT in singolo cieco si compone di un periodo di intervento di 12 settimane e di un successivo follow-up a 52 settimane. Sono stati inclusi nello studio 58 sportivi non professionisti con diagnosi di TA cronica (durata sintomi > 3 mesi) unilaterale, con un’età compresa tra i 18-60 anni. Sono stati escluse persone con TA bilaterale, malattie sistemiche, persone che erano state sottoposte ad altri regimi di trattamento senza successo nei 4 mesi antecedenti lo studio, persone sottoposte a iniezioni di corticosteroidi nei precedenti 12 mesi e persone sottoposte a chirurgia nel sito di trattamento.

Il periodo di intervento è stato completato da 47 pazienti (ECC, n=25; HSR, n=22).

I partecipanti allo studio sono stati allocati in maniera randomizzata all’interno del gruppo di trattamento basato sull’esercizio eccentrico ECC (n=30) e all’interno del gruppo di trattamento basato sull’HSR (n=28). Sono stati valutati all’inizio dello studio (settimana 0), alla settimana 12 e alla settimana 52 tramite le seguenti misure di outcome:

- VISA-A: outcome primario, si tratta di un questionario che esamina sintomi, funzione e dolore durante l’attività sportiva. Il punteggio massimo è 100, più il punteggio è basso,

più saranno presenti sintomi dolorosi e limitazione della funzione. Un incremento nel punteggio > 10 punti è considerato clinicamente significativo.

- VAS: entità del sintomo dolore durante la corsa e durante il movimento di *heel rise*. Il dolore veniva indicato in una scala VAS da 100 mm.
- Densità antero-posteriore del tendine d'Achille in millimetri, valutata sempre dal medesimo operatore tramite ultrasonografia.
- Attività Color Doppler a livello del tendine d'Achille, valutata sempre dal medesimo operatore.
- Tasso di compliance e soddisfazione dei pazienti

L'intervento del gruppo ECC, della durata di 12 settimane, consiste nell'esecuzione due volte al giorno di 6 set da 15 ripetizioni di contrazione eccentrica unilaterale del muscolo gastrocnemio. L'esercizio deve essere effettuato con l'avampiede su un gradino e deve essere eseguito sia a ginocchio esteso (3 set), sia a ginocchio flesso (3 set). I partecipanti devono effettuare una contrazione isometrica della durata di almeno 3 secondi e hanno 2 minuti di riposo tra i set e 5 minuti di riposo tra i due diversi esercizi. Il carico deve essere gradualmente aumentato tramite uno zaino zavorrato.

L'intervento del gruppo HSR, della durata di 12 settimane, consiste nell'esecuzione 3 volte alla settimana di esercizi in una palestra attrezzata con macchine. Ogni sessione consiste nell'esecuzione di:

- *Heel rises* a ginocchio flesso alla *calf raise machine*, eseguito con entrambe le gambe
- *Heel rises* a ginocchio esteso alla *leg press machine*, eseguito con entrambe le gambe
- *Heel rises* a ginocchio esteso con l'avampiede su un rialzo e un bilanciere sulle spalle, eseguito con entrambe le gambe

I partecipanti devono completare 3 o 4 set di ogni esercizio con 2-3 minuti di riposo tra i set e con 5 minuti di riposo tra i differenti esercizi. Il numero di ripetizioni deve diminuire ogni volta che il carico viene aumentato.

Tutti gli esercizi sopra descritti devono essere effettuati sfruttando il completo ROM della caviglia.

I pazienti di entrambi i gruppi nelle prime 3 settimane del periodo di intervento dovevano astenersi da qualsiasi attività sportiva, in modo da evitare un'eventuale esacerbazione della

sintomatologia e in modo da abituarsi al regime di esercizio terapeutico. Inoltre si consigliava di evitare l'assunzione di farmaci anti-infiammatori nel periodo di trattamento.

Entrambi i gruppi hanno avuto miglioramenti significativi nel tempo ($p < 0.0001$) per quanto riguarda i punteggi VISA-A, VAS_H (heel rise) e VAS_R (corsa) senza una differenza significativa tra i due gruppi (VISA-A, $p = 0.62$; VAS_H, $p = 0.08$; VAS_R, $p = 0.38$). La densità antero-posteriore e il segnare Color-Doppler a livello del tendine d'Achille hanno avuto in entrambi i gruppi un miglioramento significativo nel tempo (Densità anteroposteriore, $p < 0.0001$; Color-doppler, $p < 0.005$), senza una differenza significativa tra i due gruppi di trattamento.

Il tasso di compliance dei pazienti era del 78% nel gruppo ECC e del 92% nel gruppo HSR, con una differenza significativa tra i due gruppi ($p < 0.005$). La soddisfazione dei pazienti alla settimana 12 era dell'80% nel gruppo ECC, e del 100% nel gruppo HSR ($p = 0.052$), con una differenza significativa tra i due gruppi. Al follow-up dopo 52 settimane dall'inizio del trattamento la soddisfazione dei pazienti era 76% nel gruppo ECC e 96% nel gruppo HSR.

I limiti di questo RCT sono il ridotto numero dei partecipanti in entrambi i gruppi e la mancanza di informazioni che riguardano le attività svolte nel periodo successivo alle 12 settimane di intervento, prima del follow-up della settimana 52.

Peter Malliaras et al. 2013[1]

Lo studio di P. Malliaras et al. *“Achilles and patellar tendinopathy loading programmes : a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness.”* è una Revisione Sistemática il cui scopo è quello di valutare le evidenze in studi che comparano due o più regimi di trattamento basati sul carico nelle tendinopatie achillea (TA) e patellare (TP).

Negli ultimi anni l’approccio conservativo dominante per il trattamento della TA e TP si basa sull’esecuzione di esercizi di contrazione isolata eccentrica in carico. Tuttavia questa strategia non risulta efficace per tutti i pazienti affetti da tendinopatia. Il presente studio si propone quindi di investigare l’efficacia di altri regimi di trattamento in carico, tra cui l’HSR.

Questa Revisione Sistemática include 32 studi di tipo RCT o CCT (controlled clinical trial). Gli studi inclusi dovevano investigare gli outcome clinici associati a differenti approcci riabilitativi in carico per la TA e la TP. Essi dovevano avere un periodo di follow-up di almeno 4 settimane e potevano includere uno o due gruppi di intervento. Sono stati esclusi studi che comprendevano, oltre all’esercizio terapeutico, iniezioni di corticosteroidi o approccio chirurgico.

La qualità media degli studi inclusi è del 54% ed è stata valutata tramite una scala qualitativa che prendeva in considerazione 4 item: partecipanti, intervento, misure di outcome, presentazione ed analisi dei dati.

Dei 32 studi inclusi nella revisione, 23 investigavano l’esercizio terapeutico nella TA, 11 nella TP.

Gli studi inclusi sul trattamento della tendinopatia achillea indagano perlopiù l’approccio riabilitativo basato sull’esercizio eccentrico. Solo 4 studi si concentrano su l’approccio Silbernagel, che comprende contrazioni eccentriche, concentriche, esercizi di equilibrio ed esercizi pliometrici. Non è stato trovato nessuno studio che si basi sull’HSR nella TA.

Comparando le diverse strategie di esercizio, l’approccio eccentrico non risulta significativamente migliore rispetto all’approccio Silbernagel. Inoltre, evidenze limitate suggeriscono che quest’ultimo approccio sia preferibile in pazienti che - a causa di debolezza del gastrocnemio o di forte dolore - non siano in grado di iniziare la riabilitazione con un programma di esercizio eccentrico.

Gli studi inclusi sul trattamento della tendinopatia patellare indagano l'approccio riabilitativo basato sull'esercizio eccentrico e altre strategie di trattamento, tra cui l'HSR (2 studi).

Comparando l'esercizio eccentrico con l'HSR, entrambi portano a miglioramenti significativi per quanto riguarda dolore e funzione, valutati tramite la scala VISA-A. L'HSR porta ad un tasso di soddisfazione del paziente maggiore, probabilmente poiché porta a risultati simili in termini di outcome, ma con minore impegno in termini di tempo: nel programma eccentrico gli esercizi vanno eseguiti 2 volte al giorno, nel programma dell'HSR gli esercizi vanno eseguiti 3 volte alla settimana.

Hui Yin Lim, Shi Hui Wong 2018[9]

Lo studio di H.Y. Lim e S.H. Wong “*Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review.*” è una Revisione Sistemática il cui scopo è quello di valutare l’efficacia e gli effetti dell’esercizio isometrico, eccentrico e dell’HSR nella risoluzione del dolore e nel miglioramento della funzione negli individui con tendinopatia patellare (TP).

La tendinopatia patellare è una patologia da sovraccarico che colpisce il meccanismo estensorio del ginocchio e che colpisce frequentemente gli sportivi. L’esercizio eccentrico risulta essere la strategia riabilitativa maggiormente utilizzata nel trattamento della TP, tuttavia in molti pazienti sottoposti a questo tipo di protocollo permane una sintomatologia algica che condiziona le attività funzionali e sportive. Per questo motivo è necessario indagare nuove strategie riabilitative, in particolare l’esercizio isometrico e l’HSR.

Questa Revisione Sistemática include 15 studi di tipo RCT (n=9), CCT e Crossover trial.

Gli studi inclusi investigano gli outcome dolore e funzione associati a tre diversi approcci riabilitativi per il trattamento della TP: l’esercizio isometrico, l’esercizio eccentrico e l’HSR. Sono stati esclusi studi che includevano procedure invasive, come iniezioni o chirurgia.

La qualità media degli studi inclusi - valutata tramite la *McMaster Critical Review Form for Quantitative Studies* - è risultata essere dell’81.6%. Inoltre, è stato valutato il rischio di bias degli studi tramite la *NHMRC Evidence Hierarchy*.

Dei 15 studi inclusi nella revisione, 3 esaminavano gli effetti dell’esercizio isometrico, 2 gli effetti dell’HSR e 10 gli effetti dell’esercizio eccentrico negli individui con TP. La maggior parte dei partecipanti a questi studi risultano essere giocatori di pallavolo e basket.

L’efficacia dell’esercizio isometrico, negli studi indagati, viene comparata all’esercizio isotonico negli individui con TP durante il campionato di pallavolo/basket.

L’esercizio isometrico consisteva in 5 set da 45 secondi di contrazione del quadricipite a 60° di flessione del ginocchio usando una *leg extension machine*. L’esercizio isotonico consisteva in 4 set da 8 ripetizioni (8 Repetition Maximum) usando una *leg extension machine*.

Per quanto riguarda l’outcome dolore, entrambi gli approcci risultano essere efficaci per la diminuzione della sintomatologia algica. In due dei tre studi presi in esame in questa revisione, solo il gruppo di esercizio isometrico mostra una diminuzione significativa del dolore ($p < 0.001$) dopo 4 settimane di intervento.

Due dei tre studi inclusi indagano il miglioramento della funzione comparando l'esercizio isotonico e quello isometrico. Entrambi riportano un miglioramento significativo del punteggio VISA dopo 4 settimane di intervento senza differenze significative tra i due gruppi.

L'esercizio terapeutico tramite l'approccio dell'HSR consisteva in contrazioni eccentriche e concentriche di quadricipite eseguite tra i 90° di flessione di ginocchio e l'estensione totale. Si dovevano completare 4 set da 6-15 ripetizioni usando una *leg press machine* per 3 volte alla settimana. Il periodo di intervento nei due studi presi in esame andava dalle 6 alle 12 settimane. In uno studio che aveva un periodo di intervento della durata di 12 settimane, il dolore al follow-up si presentava ridotto del 36% ($p=0.008$). L'altro studio, che valutava il sintomo dolore dopo 6 settimane di intervento riportava una diminuzione del dolore del 60%. Questa diminuzione risultava persistere anche al follow-up alla settimana 12.

Per quanto riguarda la funzione, entrambi gli studi evidenziano un miglioramento significativo del punteggio VISA ($p<0.01$) a 12 settimane dall'inizio dell'intervento.

Dieci studi inclusi nella presente revisione indagano l'efficacia dell'esercizio eccentrico nel trattamento della TP. Nella maggior parte degli studi l'esercizio terapeutico consisteva nell'esecuzione di *decline squat*, in cui la fase concentrica del movimento doveva essere eseguita con l'arto non affetto o con l'aiuto delle braccia e la fase eccentrica doveva essere eseguita con l'arto affetto da tendinopatia. Si dovevano completare 3 set da 15 ripetizioni arrivando a percepire un dolore da lieve a moderato ($VAS\leq 5$). In alcuni studi l'esercizio doveva essere eseguito 2 volte alla settimana, in altri 2 volte al giorno. La durata dell'intervento andava dalle 4 alle 24 settimane.

Per quanto riguarda l'outcome dolore, l'esercizio eccentrico risulta essere più efficace nella diminuzione della sintomatologia algica rispetto a interventi passivi, come terapia ad ultrasuoni e massaggio trasverso. Esso tuttavia - comparato ad altri tipi di approcci di esercizio che comprendono anche contrazioni muscolari concentriche - non si dimostra maggiormente efficace nella diminuzione del dolore.

Tramite l'esecuzione di esercizio terapeutico eccentrico si ha un miglioramento della funzione, valutato tramite il punteggio VISA e tramite il ritorno allo sport.

Tutti e tre gli approcci terapeutici si sono dimostrati efficaci per la risoluzione del dolore e il miglioramento della funzione nei pazienti con TP.

Questa Revisione Sistemica sottolinea la generale scarsità di studi sperimentali che comparino diversi approcci terapeutici e i loro outcome clinici.

Una delle limitazioni di questa revisione è infatti l'impossibilità di comparare direttamente gli effetti dell'esercizio isometrico, eccentrico e dell'HSR e di concludere quale di questi interventi sia maggiormente efficace nel trattamento della TP.

Plinsinga M.L. et al. 2015[10]

Lo studio di M.L. Plinsinga et al. “*Evidence of Nervous System Sensitization in Commonly Presenting and Persistent Painful Tendinopathies: A Systematic Review.*” è una Revisione Sistemica il cui scopo è chiarire se sia presente un quadro di sensibilizzazione del sistema nervoso in persone con epicondilite, tendinopatia della cuffia dei rotatori, tendinopatia patellare e achillea.

La tendinopatia risulta spesso difficile da trattare, è infatti molto frequente che persistano dolore e limitazione della funzione anche dopo il trattamento riabilitativo. Inoltre il dolore tendineo persistente non è sempre correlato a modificazioni di tipo patologico nel tendine o a danni al tendine stesso.

Recentemente si è ipotizzato che il dolore tendineo persistente possa essere correlato ad alterazioni dell’elaborazione del dolore a livello del sistema nervoso centrale. La sensibilizzazione centrale e periferica del sistema nervoso in risposta ad uno stimolo doloroso - mentre risulta utile e protettiva nel breve termine - può trasformarsi in un mal adattamento nel lungo termine e rappresentare un importante ostacolo al recupero.

Un modo per valutare e misurare una possibile alterazione della sensibilità dolorifica è il Quantitative Sensory Testing (QST). Si tratta di un test per la valutazione quantitativa dei nervi sensoriali di piccolo calibro (A-Delta e C-Fiber) e delle vie del sistema nervoso centrale tramite stimoli termici e meccanici. Tramite questo test viene registrata una soglia sensoriale e confrontata con valori normalizzati provenienti da un campione di persone in normali condizioni o con i valori dell’arto non affetto. Una deviazione dal normale intervallo di valori del campione può indicare l’esistenza di un’alterazione della sensibilità dolorifica a livello della sua elaborazione centrale.

Negli ultimi anni numerosi studi hanno dimostrato che fenomeni di sensibilizzazione centrale e periferica sono presenti in numerose patologie caratterizzate da dolore cronico, come il *low back pain* e la fibromialgia. L’obiettivo della revisione è quindi quello di verificare se, anche nel caso delle tendinopatie, la sensibilizzazione possa giocare un ruolo importante nella persistenza del sintomo doloroso.

Questa revisione include 16 studi, di cui 15 CCT e 1 Case-series. Gli studi inclusi includono pazienti affetti da epicondilite, tendinopatia della cuffia dei rotatori, tendinopatia achillea o patellare. I partecipanti scelti dovevano avere un’età superiore ai 18 anni e una durata dei sintomi dolorosi ≥ 3 mesi.

Gli studi inclusi nella revisione sono stati valutati tramite la *Newcastle-Ottawa scale*.

Non è stato trovato nessuno studio sulla tendinopatia achillea che soddisfacesse i criteri di eleggibilità. Dei 16 studi inclusi, 2 riguardano la tendinopatia patellare.

Entrambi gli studi che indagano la tendinopatia patellare sono studi Caso-controllo ed utilizzano il QST per la valutazione della sensibilità dolorifica.

In uno studio che valuta la soglia di dolore meccanico a livello del tendine patellare -applicando lo stimolo distalmente all'apice della patella - i soggetti affetti da tendinopatia sono risultati significativamente più sensibili allo stimolo applicato ($p=0.04$) rispetto al gruppo di controllo. Anche la soglia della sensibilità vibratoria risulta maggiormente eccitabile ($p=0.01$) nei soggetti con TP rispetto al gruppo di controllo.

In un altro studio sulla TP, la presenza di un'alterata elaborazione del dolore a livello del sistema nervoso è stata valutata tramite la misurazione della soglia del dolore alla pressione, mediante un algometro a pressione. Anche in questo caso è presente una differenza significativa nella percezione del dolore - a stimolo pressorio equivalente - tra i soggetti affetti da TP e il gruppo di controllo ($p<0.01$).

Tompra N. et al. 2016[11]

Lo studio di N. Tompra et al. “*Central pain processing is altered in people with Achilles tendinopathy.*” è uno studio cross-sectional che ha come scopo quello di investigare l’eventuale presenza di un’alterata elaborazione del dolore a livello centrale nella tendinopatia achillea (TA). In particolare, l’obiettivo è valutare l’efficacia dei meccanismi discendenti di modulazione del dolore (Central Pain Modulation, CPM), tramite la somministrazione di stimoli termici e meccanici.

La tendinopatia è tradizionalmente vista come un disturbo periferico localizzato a livello tendineo. Recenti studi hanno tuttavia sottolineato come il dolore nelle tendinopatie sia caratterizzato da iperalgesia meccanica, allodinia e da una riduzione della soglia del dolore alla pressione. Queste caratteristiche sono tipiche di altre patologie dolorose croniche - fibromialgia, *low back pain* - in cui si è dimostrata la presenza di deficit nei circuiti di modulazione del dolore a livello centrale.

Lo studio è stato strutturato in forma di Cross-sectional study. Sono stati inclusi nello studio 20 persone con diagnosi certa di TA cronica (durata > 3 mesi) e 20 persone sane. Sono stati esclusi dallo studio soggetti con malattie sistemiche, altri disturbi muscolo-scheletrici, problematiche cardiovascolari o neurologiche e soggetti affetti da fibromialgia.

Il gruppo sperimentale aveva un’età media maggiore del gruppo di controllo, ma non in maniera statisticamente significativa.

Tutti i partecipanti dovevano compilare il questionario VISA-A e i 21 item sulle ADL della *Foot and Ankle Ability Measure* (FAAM). Inoltre, ai partecipanti con TA è stato chiesto di disegnare su una *lower limb chart* l’area in cui avvertivano il dolore.

Gli outcome della VISA-A e della scala FAAM erano significativamente più bassi nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo.

La valutazione della modulazione centrale del dolore (CPM) è stata condotta in due fasi.

1. In primo luogo è stata valutata la sensibilità termica tramite il Cold Pressor Test. I soggetti affetti da TA dovevano immergere la mano controlaterale alla caviglia affetta in un contenitore di acqua a 9°C, i partecipanti al gruppo di controllo dovevano immergere nel contenitore la mano dominante. Entrambi i gruppi dovevano informare i ricercatori quando il dolore alla mano raggiungeva un punteggio 5 della scala NRS. Una volta raggiunto quel valore si iniziava la valutazione della CPM.

Risultato: il livello di dolore indotto percepito durante il Cold Pressor Test era maggiore nei pazienti con TA, ma senza differenze significative con il gruppo di controllo ($p=0.7$).

2. Successivamente si è valutata la soglia del dolore alla pressione tramite un algometro digitale. I partecipanti erano posizionati proni su un lettino con i piedi contro un muro in modo da assicurare una posizione neutra della caviglia (0°). Nel gruppo sperimentale il sito di valutazione doveva corrispondere al punto di maggior dolore a livello del tendine d'Achille. Nel gruppo di controllo la pressione è stata applicata a circa 2-3 cm dall'inserzione tendinea.

La pressione è stata applicata con una progressione di 40kPa/s. i partecipanti dovevano premere un bottone appena la pressione iniziava ad essere percepita come dolorosa.

Risultato: la capacità di modulazione centrale del dolore (CPM) - valutata tramite la soglia di dolore alla pressione - è risultata significativamente minore nei soggetti con TA rispetto al gruppo di controllo ($p<0.001$).

2.2. Analisi della qualità metodologica degli studi

Lo studio di R. Beyer et al. “*Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial.*”[7] è stato valutato tramite i criteri della scala PEDro (tabella 1). E’ risultato essere uno studio di moderata-buona qualità metodologica (punteggio = 5).

Le tre Revisioni Sistematiche incluse [10],[9],[1] sono state valutate tramite il PRISMA Statement 2009 (tabella 2).

Lo studio di N. Tompra et al. “Central pain processing is altered in people with Achilles tendinopathy” [11] è stato valutato tramite la STROBE Statement (tabella 3).

Items scala PEDro	R. Beyer et al. 2015[7]
1. I criteri di eleggibilità sono stati specificati	SI
2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi	SI
3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta	NO
4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici	SI
5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento	NO
6. Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato	NO
7. Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio	NO
8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi	NO
9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stato analizzato per "intenzione al trattamento"	SI
10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali	SI
11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali	SI
Totale	5/10

Tabella 1: Valutazione Scala PEDro

Items PRISMA Statement 2009	Plinsinga M.L. et al. 2015[10]	Hui Yin Lim, Shi Hui Wong 2018[9]	Peter Malliaras et al. 2013[1]
1	SI	SI	SI
2	SI	NO	SI
3	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI
5	NO	SI	NO
6	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI
8	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI
11	SI	NO	SI
12	NO	SI	NO
13	SI	SI	SI
14	N.V.	N.V.	N.V.
15	NO	SI	NO
16	N.V.	N.V.	N.V.
17	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI
19	NO	SI	NO
20	SI	SI	SI
21	N.V.	N.V.	N.V.
22	NO	SI	NO
23	N.V.	N.V.	N.V.
24	SI	SI	SI
25	NO	SI	NO
26	SI	SI	SI
27	NO	NO	NO
Totale	16/27	20/27	16/27

Tabella 2: Valutazione PRISMA Statement 2009

Items STROBE Statement	Nefeli Tompra et al. 2016[11]
1	SI
2	SI
3	SI
4	SI
5	SI
6	SI
7	NO
8	SI
9	NO
10	SI
11	SI
12	SI
13	SI
14	SI
15	SI
16	SI
17	N.V.
18	SI
19	NO
20	SI
21	SI
22	NO
Totale	17/22

Tabella 3: Valutazione STROBE Statement

Capitolo 3: DISCUSSIONE

L'obiettivo di questa tesi è analizzare l'efficacia delle nuove strategie riabilitative basate sul carico nel trattamento della tendinopatia achillea e patellare - in particolare *l'Heavy Slow Resistance Training* – e le componenti di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale che sembrano ostacolare il recupero completo della funzione senza dolore e il ritorno allo sport.

Sono stati inclusi nella revisione tre studi che si sono proposti di confrontare il metodo di trattamento tradizionale delle tendinopatie dell'arto inferiore - l'esercizio eccentrico - e l'HSR, insieme ad altre nuove strategie di trattamento.

I tre studi inclusi sono due Revisioni Sistematiche e un RCT. Sono state rilevate diverse criticità negli studi presentati.

Lo studio di Rikke Beyer et al.[7] confronta l'esercizio eccentrico con l'HSR nel trattamento della tendinopatia achillea; in questo RCT non è stata resa possibile la cecità dei soggetti, dei fisioterapisti e dei valutatori.

La Revisione Sistemática di Hui Yin Lim et al.[9] confronta l'esercizio eccentrico, l'esercizio isometrico e l'HSR nella tendinopatia patellare. Tuttavia in questa revisione non è stata possibile la comparazione diretta di questi approcci.

La Revisione Sistemática inclusa di Peter Malliaras et al.[1] confronta diverse tipologie di trattamento - tra cui l'esercizio eccentrico e l'HSR - per entrambe le tendinopatie prese in esame, trovando tuttavia studi che includano il trattamento HSR solamente per la tendinopatia patellare.

E' da sottolineare la diversità dei criteri di eleggibilità utilizzati negli articoli inclusi. Si prende inoltre atto della scarsità di evidenze per quanto riguarda il confronto tra l'esercizio eccentrico e l'HSR, in particolare nella tendinopatia achillea. Dunque, il rischio che si corre è quello di ottenere risultati difficilmente comparabili tra loro e la cui validità esterna risulta quantomeno dubbia.

Il trattamento della tendinopatia achillea è stato affrontato in due degli studi inclusi [7],[1]. Nello studio di Rikke Beyer et al.[7], entrambi i metodi di intervento indagati hanno portato a risultati clinicamente positivi nei pazienti con TA sia nel breve che nel lungo termine per quanto riguarda tutti gli outcome valutati. Tutti e due i regimi di trattamento si basano su esecuzione di esercizi in carico, che si sono dimostrati molto efficaci nel miglioramento di dolore e funzione nelle tendinopatie in generale. La soddisfazione dei pazienti risulta essere maggiore nel gruppo di trattamento HSR sia dopo 12 settimane, sia al follow-up dopo un anno. Quindi

entrambi i regimi di trattamento risultano molto efficaci nel trattamento della TA cronica, senza differenze statisticamente significative tra i due gruppi, ed i miglioramenti raggiunti con questi due metodi di intervento persistono per circa un anno.

Nella Revisione Sistemica di Peter Malliaras et al.[1] non sono presenti studi che indaghino l'HSR in soggetti con TA. Viene confrontato l'esercizio eccentrico con l'approccio Silbernagel, il quale risulta ugualmente efficace.

Il trattamento della tendinopatia patellare viene affrontato nelle due Revisioni Sistematiche incluse [1],[9].

Nello studio di Hui Yin Lim et al. si indagano gli effetti dell'esercizio isometrico, eccentrico e dell'HSR nel trattamento della TP. L'esercizio isometrico risulta maggiormente efficace nel breve termine, soprattutto per la diminuzione del dolore (raccomandazioni di grado A in base alla NHMRC Body of Evidence Framework). L'esercizio eccentrico (raccomandazione di grado B) e l'HSR sembrano avere un'efficacia maggiore nel lungo termine. Quest'ultimo - essendo un metodo di trattamento innovativo - è stato indagato solo da due studi inclusi nella revisione, per questo motivo sono necessarie ulteriori ricerche e i risultati di questa revisione per quanto riguarda l'HSR vanno interpretati con attenzione (raccomandazione di grado C).

Nella Revisione sistematica di Peter Malliaras et al.[1], l'HSR risulta tanto efficace in termini di outcome quanto l'esercizio eccentrico tradizionale, ma porta ad un tasso maggiore di soddisfazione del paziente.

Dall'analisi degli articoli sopracitati, si può affermare che l'HSR risulta essere un metodo di trattamento efficace nel breve e nel lungo termine per quanto riguarda funzione, dolore e ritorno all'attività fisica, ma non in maniera significativamente maggiore rispetto all'esercizio eccentrico o ad altre strategie basate sul carico.

Si può ipotizzare - dopo la comparazione di diversi tipi di trattamento - che il miglioramento della sintomatologia sia legato soprattutto all'intensità del carico, e non al tipo di contrazione muscolare. Non sono infatti presenti evidenze sulla superiorità di una tipologia di esercizio rispetto ad altri approcci in termini di riduzione del dolore e miglioramento della funzione.

Tuttavia, è bene sottolineare che il protocollo di esercizio eccentrico tradizionalmente utilizzato - quello di Alfredson - ha come obiettivo l'aumento del carico fino a percepire dolore. Nell'HSR invece l'obiettivo è l'aumento progressivo del carico ogni volta che il dolore è diminuito o scomparso con il carico precedente. I miglioramenti equivalenti o addirittura migliori che si

hanno con quest'ultimo protocollo di esercizio rispetto all'eccentrico, suggeriscono che arrivare a percepire dolore non dovrebbe essere lo scopo della riabilitazione.

L'HSR sembra essere un metodo di trattamento promettente, poiché oltre al miglioramento degli outcome primari - sovrapponibile ad altre metodiche - sembra portare ad un miglior adattamento in termini di viscoelasticità e di turnover di fibre collagene a livello del tendine [1]. Probabilmente questi miglioramenti sono dovuti all'aumento progressivo del carico nel protocollo dell'HSR: è infatti noto che l'adattamento tendineo sia carico-dipendente.

L'HSR porta ad un tasso di soddisfazione dei pazienti maggiore rispetto all'esercizio eccentrico, probabilmente perché conduce a risultati sovrapponibili, ma con un minore dispendio di tempo: tre volte alla settimana versus due volte al giorno del protocollo di esercizio eccentrico. Tuttavia, è bene sottolineare che il protocollo di esercizio HSR può essere effettuato solamente in palestre attrezzate con macchine e non al proprio domicilio, il che potrebbe costituire una limitazione alla fruibilità del trattamento.

E'è evidente che se il trattamento basato sul protocollo HSR porta a risultati sovrapponibili - in termini di outcome - all'esercizio eccentrico (che costituisce l'approccio riabilitativo tradizionale), per proprietà transitiva, anche l'HSR avrà un'importante percentuale di inefficacia e recidiva. Si può a ragion veduta ipotizzare la presenza di altri fattori - non presi in considerazione né nel trattamento standard né in quelli innovativi - che possano influire sugli outcome clinici, determinando la frequente persistenza dei sintomi dolorosi e disfunzionali.

Nella presente scoping review quindi si è indagata l'eventuale presenza di cambiamenti a livello dei meccanismi di elaborazione del dolore a livello centrale nelle tendinopatie dell'arto inferiore, fattore che potrebbe ostacolare il raggiungimento e il mantenimento degli outcome desiderati.

Sono stati inclusi nell'elaborato due studi il cui scopo è chiarire se sia presente un quadro di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale nei soggetti con tendinopatia achillea e patellare.

I due studi inclusi sono una Revisione Sistemica e uno studio Cross-sectional.

La Revisione Sistemica inclusa di Melanie L. Plinsinga et al.[10] si propone di indagare l'eventuale presenza di fenomeni di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale nelle principali tendinopatie dell'arto superiore ed inferiore. Una delle limitazioni di questo studio è la scarsità di evidenze per quanto riguarda le tendinopatie dell'arto inferiore. Sono stati presi in esame, infatti, solamente due studi sulla tendinopatia patellare e non è stato trovato alcuno studio eleggibile che riguardasse la tendinopatia achillea.

Procedendo alla valutazione - tramite il Quantitative Sensory Testing (QST) - della soglia del dolore alla pressione, della soglia della sensibilità vibratoria e della soglia di dolore meccanico nei soggetti affetti da tendinopatia patellare, questi ultimi sono risultati significativamente più sensibili allo stimolo applicato rispetto al gruppo di controllo.

Nello studio Cross-sectional di Nefeli Tompra et al.[11] gli autori si sono proposti di valutare l'efficacia dei meccanismi discendenti di modulazione del dolore (CPM). I partecipanti allo studio sono stati divisi in due gruppi - il gruppo sperimentale con diagnosi di TA e il gruppo di controllo sano - e si è proceduto alla valutazione della modulazione centrale del dolore (CPM) tramite il Cold Pressor test e la soglia di dolore alla pressione. La capacità di modulazione centrale del dolore (CPM) è risultata significativamente più bassa nel gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo, confermando la presenza di un'alterazione dell'elaborazione del dolore a livello centrale.

Dall'analisi degli articoli sopracitati [10],[11] si può constatare la presenza di un'alterata percezione del dolore a livello del distretto corporeo colpito da tendinopatia, in particolare un abbassamento della soglia del dolore meccanico in quell'area rispetto al campione sano o all'arto non affetto.

L'aumento della sensibilità dolorifica nella tendinopatia fa riferimento al fenomeno per cui le persone affette da questa patologia percepiscono come dolorose quelle attività - come ad esempio quelle sportive - che solitamente non sono dolorose se effettuate all'interno dei limiti fisiologici dell'individuo. Un aumento anormale della sensibilità nocicettiva tramite la somministrazione di uno stimolo di tipo meccanico - come il carico - è detta iperalgesia meccanica.

Questa diffusa iperalgesia meccanica suggerisce la presenza di una ipereccitabilità centrale che potrebbe essere alla base del dolore cronico nelle tendinopatie.

La modulazione centrale del dolore (CPM) è la capacità del sistema nervoso di modulare gli stimoli nocicettivi. Questa capacità inibitoria risulta ridotta nei soggetti affetti da tendinopatia, il che suggerisce la presenza di un'alterazione dei meccanismi di elaborazione del dolore a livello centrale.

Nel breve termine la riduzione della CPM può rappresentare un meccanismo adattativo utile al fine di proteggere l'area affetta dal disturbo. Se però questa condizione non si normalizza, nel lungo termine può dare luogo ad un dolore cronico non più correlato ad un vero e proprio danno al tessuto.

Perciò questi studi rivelano che i soggetti affetti da tendinopatia patellare e achillea modulano il dolore in un modo diverso rispetto ai soggetti sani e ciò potrebbe contribuire alla cronicità e persistenza del dolore.

Il ruolo del sistema nervoso - nel contribuire alla persistenza del dolore e dell'alterazione della funzione - dovrebbe quindi essere tenuto in considerazione nella diagnosi e nel trattamento riabilitativo delle tendinopatie. Risulta quindi necessario non focalizzarsi esclusivamente sul tendine e sul recupero della forza muscolare, ma considerare la possibile presenza di meccanismi di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale.

La presenza e la persistenza dei sintomi dolorosi nelle persone affette da tendinopatia - causata verosimilmente anche da alterazioni della modulazione centrale del dolore - può portare a mutamenti a livello del controllo cortico-spinale dei pattern motori. Questi mutamenti possono essere causati da strategie di protezione per evitare il dolore. Si tratta di mutamenti mal adattativi che riducono la variabilità di movimento e sono stati proposti da alcuni studi come fattori che aumentano il rischio di recidiva [12],[15].

In uno studio di Ebonie Rio et al. del 2016 [2], si sottolinea come il trattamento riabilitativo delle tendinopatie sia tradizionalmente diretto all'adattamento locale del tessuto (tendine, muscolo) e poco o per nulla alla modulazione del controllo motorio cortico-spinale.

Gli autori propongono quindi un nuovo tipo di protocollo riabilitativo, il *Tendon Neuroplastic Training*. Questa strategia include un programma di esercizi in carico (come l'HSR) per il recupero della forza muscolare effettuato tuttavia non al proprio ritmo - *self-paced* - ma seguendo un ritmo esterno - *externally-paced* - come ad esempio quello fornito da un metronomo. *L'externally paced resistance training* sembra stimolare un maggiore controllo motorio del movimento. La stimolazione della capacità di controllare il muscolo nell'esecuzione di un compito, sembra contrastare i mal adattamenti - strategie di protezione, come la diminuzione della CPM - che spesso si instaurano nelle persone affette da tendinopatia. E'tuttavia necessario evidenziare l'attuale assenza di studi secondari e primari che indagano questa innovativa strategia di trattamento, che potrebbe rappresentare la soluzione alla persistenza e alla recidività dei sintomi delle tendinopatie.

Tutti i ragionamenti e le ipotesi formulate in questo capitolo hanno una validità limitata. Nonostante gli evidenti limiti presenti in questa discussione, i ragionamenti sono validi per futuri studi e ricerche, soprattutto data la scarsità di evidenze cliniche sugli argomenti presi in esame.

Capitolo 4: CONCLUSIONI

L'obiettivo di questa tesi è analizzare l'efficacia delle nuove strategie riabilitative basate sul carico nel trattamento della tendinopatia achillea e patellare - in particolare *l'Heavy Slow Resistance Training* - e le componenti di sensibilizzazione del sistema nervoso centrale che sembrano ostacolare il recupero completo della funzione senza dolore e il ritorno allo sport.

A seguito dell'analisi dei cinque studi presentati, si può affermare che tutti i trattamenti riabilitativi basati sul carico risultano efficaci per il trattamento delle principali tendinopatie dell'arto inferiore. In particolare l'HSR si è rivelato una strategia di trattamento promettente poiché conduce al raggiungimento degli outcome primari in maniera sovrapponibile all'esercizio eccentrico della riabilitazione tradizionale, permettendo contemporaneamente un minor impegno settimanale in termini di tempo, un miglior adattamento in termini di viscoelasticità e di turnover di fibre collagene a livello tendineo e un progressivo aumento dell'intensità del carico rimanendo sempre fuori dal dolore.

L'esercizio eccentrico - che rappresenta il trattamento riabilitativo standard delle tendinopatie - risulta inefficace nel 45% circa dei casi. Dal momento che l'HSR si è rivelato sovrapponibile in termini di outcome primari all'esercizio eccentrico, ne deriva che anche l'HSR avrà una importante percentuale di inefficacia e recidiva.

Si sono quindi andate a ricercare le possibili cause di questa persistenza dei sintomi nelle tendinopatie dell'arto inferiore. Dall'analisi degli articoli presi in esame si può constatare la presenza di alterazioni della capacità di modulazione del dolore a livello del sistema nervoso centrale nelle persone affette da tendinopatia patellare e achillea. Questi soggetti risultano maggiormente sensibili agli stimoli meccanici - uno tra tutti il carico - e modulano il dolore in maniera diversa e disfunzionale rispetto ai soggetti sani. La maggiore sensibilità dolorifica in risposta al carico sembra portare ad un mutamento mal adattativo del controllo cortico-spinale nell'area corporea colpita, diminuendo la variabilità di movimento, il controllo dei pattern motori ed ostacolando quindi la riabilitazione e il riadattamento funzionale.

In studi recenti di tipo narrativo è stato proposto il protocollo riabilitativo del *Tendon Neuroplastic Training*, che unendo il rinforzo muscolare alla stimolazione del controllo motorio tramite un ritmo esterno (*externally-paced*), si propone di contrastare i mal adattamenti conseguenti ad una alterazione della CPM e di poter raggiungere, e soprattutto mantenere nel tempo, gli outcome desiderati.

E' bene sottolineare che negli articoli sono presenti eterogeneità sia nei campioni selezionati, che, in parte, nei trattamenti svolti e nei test utilizzati. Per questo motivo, i risultati non sono assoluti e necessitano di ulteriori approfondimenti. Tuttavia, i ragionamenti e i confronti proposti possono essere una buona base da cui partire nella pratica clinica.

BIBLIOGRAFIA

1. Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes : a systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sports Med.* 2013;43(4):267-286.
2. Rio E, Kidgell D, Moseley GL, et al. Tendon neuroplastic training: changing the way we think about tendon rehabilitation: a narrative review. *Br J Sports Med.* 2016;50(4):209-215.
3. Docking SI, Cook J. How do tendons adapt? Going beyond tissue responses to understand positive adaptation and pathology development: A narrative review. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2019;19(3):300-310.
4. Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, Hope D, Cook JL. Current trends in tendinopathy management. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019;33(1):122-140.
5. Martin RL, Chimenti R, Cuddeford T, et al. Achilles Pain, Stiffness, and Muscle Power Deficits: Midportion Achilles Tendinopathy Revision 2018. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(5):A1-A38.
6. Eckenrode BJ, Kietrys DM, Stackhouse SK. PAIN SENSITIVITY IN CHRONIC ACHILLES TENDINOPATHY. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;14(6):945-956.
7. Beyer R, Kongsgaard M, Hougs Kjær B, Øhlenschläger T, Kjær M, Magnusson SP. Heavy Slow Resistance Versus Eccentric Training as Treatment for Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1704-1711.
8. Rio E, Moseley L, Purdam C, et al. The pain of tendinopathy: physiological or pathophysiological?. *Sports Med.* 2014;44(1):9-23. doi:10.1007/s40279-013-0096-z
9. Lim HY, Wong SH. Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiother Res Int.* 2018 Oct;23(4):e1721.
10. Plinsinga ML, Brink MS, Vicenzino B, van Wilgen CP. Evidence of Nervous System Sensitization in Commonly Presenting and Persistent Painful Tendinopathies: A Systematic Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015 Nov;45(11):864-75.
11. Tompra N, van Dieën JH, Coppieters MW. Central pain processing is altered in people with Achilles tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2016 Aug;50(16):1004-7.
12. Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: a risk factor for chronic trouble?

- Behav Neurosci. 2006 Apr;120(2):474-476. Weier AT, Pearce AJ, Kidgell DJ. Strength training reduces intracortical inhibition. *Acta Physiol (Oxf)*. 2012 Oct;206(2):109-19.
13. Edwards S, Steele JR, McGhee DE, Beattie S, Purdam C, Cook JL. Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Nov;42(11):2072-80.
 14. James CR, Dufek JS, Bates BT. Effects of injury proneness and task difficulty on joint kinetic variability. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Nov;32(11):1833-44.
 15. Moseley GL, Arntz A. The context of a noxious stimulus affects the pain it evokes. *Pain*. 2007 Dec 15;133(1-3):64-71.
 16. Kidgell DJ, Stokes MA, Castricum TJ, Pearce AJ. Neurophysiological responses after short-term strength training of the biceps brachii muscle. *J Strength Cond Res*. 2010 Nov;24(11):3123-32.
 17. Nijs J, Daenen L, Cras P, Struyf F, Roussel N, Oostendorp RA. Nociception affects motor output: a review on sensory-motor interaction with focus on clinical implications. *Clin J Pain*. 2012 Feb;28(2):175-81.