



Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

Campus di Savona

In collaborazione con Libera Università di Bruxelles

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

*EFFICACIA DEL TRAINING PROPRIOCETTIVO NEL  
RIDURRE LE RECIDIVE DI DISTORSIONE TIBIOTARSICA.*

Tesi di Tamara Miranda

Anno Accademico 2010- 2011

Relatore: B. DAVIDE ALBERTONI

# INDICE

ABSTRACT	pag. 3
MATERIALI E METODI	pag. 4
INTRODUZIONE	pag. 8
DISCUSSIONE	pag. 14
CONCLUSIONI	pag. 23
BIBLIOGRAFIA	pag. 26

## **ABSTRACT**

### **OBIETTIVI DELLO STUDIO:**

Lo scopo di questo lavoro è verificare, attraverso una revisione della letteratura scientifica dal 1970 ad oggi, se vi siano evidenze per cui il training propriocettivo di caviglia in seguito a distorsione tibio-tarsica risulti efficace nel ridurre le recidive. Altro obiettivo di questo lavoro è individuare quale tipo di training propriocettivo risulti più efficace per la riduzione delle recidive di distorsione e per quanto tempo debba essere effettuato.

### **STRATEGIE DI RICERCA:**

La ricerca della letteratura scientifica è stata effettuata interrogando i database Medline- Pubmed e PEDro ( The Physiotherapist Evidence Database) usando le seguenti parole chiave:” proprioceptive training ankle” – “balance training ankle”, proprioceptive training for instability ankle “ prevention ankle sprain “ “chronic ankle instability. Le parole chiave sono state incrociate utilizzando gli operatori booleani AND e OR, al fine di includere il maggior numero di studi.

Nelle strategie di ricerca sono state adottate limiti sia in base all’anno di pubblicazione, escludendo gli articoli antecedenti il 1970, sia in relazione alla tipologia di studio, privilegiando le revisioni sistematiche e i randomized controlled trial, sia alla natura dello studio, escludendo le ricerche sugli animali.

Gli studi sono stati selezionati, a partire dalla lettura dell’abstract, in base alla pertinenza rispetto agli obiettivi della tesi.

## MATERIALI E METODI

### CRITERI PER LA SELEZIONE DEGLI STUDI:

Sono stati presi in considerazione gli articoli dal 1970 al 2011. La ricerca secondo le parole chiave sopraindicate ha prodotto 95 articoli in Pubmed e 56 in Pedro

#### Criteria di inclusione

La prima selezione è stata effettuata mediante lettura del titolo e, se pertinente, dell'abstract completo, a seguito della quale si è proceduto all'inclusione di tutti i lavori che rispondessero alle caratteristiche di:

- Qualità metodologica: Randomized Clinical Trials, Clinical trial, Meta-Analysis, Practice guideline, Review
- Pertinenza all'oggetto di indagine della tesi: utilizzo di esercizio terapeutico propriocettivo guidato o in regime di auto-trattamento, nella riabilitazione di pazienti con distorsione di caviglia e come profilassi preventiva a distorsione.

Database	Articoli inclusi	Articoli esclusi
PubMed	15	80
PEDro	13	43

Da questa prima selezione la lettura degli abstract e delle misure di outcome ha escluso 12 articoli perché non pertinenti o senza follow up, restringendo la revisione ai 16 articoli qui riportati in tabella.

ARTICOLI INCLUSI	Tipo di Studio	Modalità di Reperimento
<p>McKeon PO, Hertel J            Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective?            Journal of Athletic Training 2008 May-Jun;43(3):305-315</p>	<p>Revisione sistemática</p>	<p>Cartaceo via Biblioteca di Ateneo</p>
<p>Hubscher M, Zech A, Pfeifer K, Hansel F, Vogt L, Banzer W            Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review            Medicine and Science in Sports and Exercise 2010 Mar;42(3):413-421</p>	<p>Revisione sistemática</p>	<p>Full-Text Online</p>
<p>Handoll HHG, Rowe BH, Quinn KM, de Bie R            Interventions for preventing ankle ligament injuries (Cochrane review) [with consumer summary]            Cochrane Database of Systematic Reviews 2001;Issue</p>	<p>Revisione sistemática</p>	<p>Full-Text Online</p>
<p>Effects of balance training on gait parameters in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial [with consumer summary]            McKeon, G. Paolini; Ingersoll et al            Clinical Rehabilitation 2009 Jul;23(7):609-621</p>	<p>Trial randomizzato controllato</p>	<p>Cartaceo via Biblioteca di Ateneo</p>
<p>McGuine TA, Keene JS            The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes            The American Journal of Sports Medicine 2006 Jul;34(7):1103-1111</p>	<p>Trial randomizzato controllato</p>	<p>Cartaceo via Biblioteca di Ateneo</p>
<p>Kaplan Y. Prevention of ankle sprains in sport: a systematic literature review. Br J Sports Med. 2011 Apr;45(4):355.</p>	<p>Revisione sistemática</p>	<p>Full-text Online</p>
<p>Lin C. Proprioceptive training reduces the risk of ankle sprain recurrence in athletes. Aust J Physiother. 2009;55(4):283.</p>	<p>Revisione sistemática</p>	<p>Full-Text Online</p>

Verhagen EA, van Mechelen W, de Vente W.  The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. Clin J Sport Med. 2000 Oct;10(4):291-6. Review.		
Osborne MD, Chou LS, Laskowski ER, Smith J, Kaufman KR. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. Am J Sports Med. 2001 Sep-Oct;29(5):627-32.	Trial randomizzato controllato	Cartaceo via Biblioteca di Parma e Piacenza
Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. Hupperets MD, Verhagen EA, van Mechelen W.  BMJ. 2009 Jul 9;339:b2684. doi: 10.1136/bmj.b268	Trial randomizzato controllato	Full-Text Online
The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: a review of the literature. Hughes T, Rochester P. Phys Ther Sport. 2008 Aug;9(3):136-47. Epub 2008 Jul 25. Review.	Revisione sistematica	Cartaceo via Biblioteca di Ateneo
An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. Verhagen EA, van Tulder M, van der Beek AJ, Bouter LM, van Mechelen W. Br J Sports Med. 2005 Feb;39(2):111-5.	Trial randomizzato controllato	Full-Text Online
-Proprioceptive training reduces the risk of ankle sprain recurrence in athletes. Lin C. The George Institute for International Health, Sydney, NSW, Australia. J Orthop Sports Phys Ther. 1999 Aug;29(8):478-86.	Critical review	Cartaceo via Biblioteca di Parma e Piacenza
Effects of balance training on gait parameters in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. McKeon PO, Paolini G, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba EN, Bennett BC, Hertel J.  Division of Athletic Training, Department of Rehabilitation Sciences, University of Kentucky, College of Health Sciences, Wethington Building, Room 206C, 900 South Limestone, Lexington, KY 40536-0200, USA. <a href="mailto:Patrick.McKeon@uky.edu">Patrick.McKeon@uky.edu</a>	Trial randomizzato controllato	Cartaceo via Biblioteca di Parma e Piacenza
The effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of noncontact ankle sprains in high school football players. McHugh MP, Tyler TF, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. Am J Sports Med. 2007 Aug;35(8):1289-94. Epub 2007 Mar 29.	Trial randomizzato controllato	Cartaceo via Biblioteca di Parma e Piacenza

Gli articoli inclusi, fanno riferimento sia ad outcome primari (diminuzione delle recidive di distorsione), sia ad outcome surrogati, come l'incremento del controllo posturale su pedana stabilometrica. Per gli articoli inclusi dal database Pedro si è fatto riferimento al PEDro Rating Scale, il sistema di valutazione della qualità metodologica degli studi, il cui punteggio oscilla da 0 a 10.

L'omogeneità clinica o le differenze tra gli studi sono state valutate considerando il tipo di trattamento, l'intervento di controllo, la popolazione, la durata del follow-up di almeno 1 anno, gli outcome e la PEDro Rating Scale.

Key words: "proprioceptive training ankle" – "balance training ankle", proprioceptive training for instability ankle " prevention ankle sprain " "chronic ankle instability".

## INTRODUZIONE

La caviglia è una delle articolazioni più frequentemente soggetta a traumi sportivi con lesioni legamentose in seguito a distorsione che avvengono nella maggior parte dei casi in inversione e flessione plantare forzata. Seconda una recente indagine di Hupperets (1) circa il 25 % di tutti gli infortuni sportivi nei Paesi Bassi è costituito da distorsioni di caviglia, il 47% delle quali hanno richiesto un trattamento clinico, con costi, diretti ed indiretti, elevati. Inoltre si è constatato che, nell'anno successivo alla prima lesione, gli atleti vedono raddoppiato il rischio di un ulteriore infortunio alla stessa caviglia, e che circa la metà di tali recidive portano a disabilità, dolore cronico e, nel 20-50% dei casi, anche instabilità, che richiede prolungati periodi di trattamento.

Studi del 2008 di Hiller et al. hanno infatti evidenziato come un precedente trauma distorsivo alla caviglia aumenti il rischio di una recidiva, per cui, da tale presupposto, sono stati condotti diversi studi che ricercano i migliori interventi di profilassi per ridurre i rischi di recidive.

Pertanto in un'ottica di prevenzione degli incidenti sportivi, dati anche gli alti costi sociali, recenti studi hanno indagato l'efficacia dell'allenamento neuromuscolare propriocettivo e delle abilità senso motorie

Tutto ciò ha incentivato negli anni la ricerca di misure preventive, tra le quali sono state proposte: bendaggio, cavigliere, calzature e allenamento propriocettivo. Per questa ragione il sistema propriocettivo e il controllo motorio di tale distretto è stato oggetto di vari studi .

Il termine propriocezione ( dal latino proprius, e (re)ceptor: recettore di se stessi cfr Dizionario della lingua italiana-Devoto Oli ), fu introdotto da Sherrington

nel 1906 per definire il senso di posizione e di orientamento dei segmenti del corpo che si ha indipendentemente dalla vista.

I recettori nervosi propriocettivi, i fusi neuromuscolari e gli organi tendinei del Golgi, presenti in numero elevato su legamenti e capsula articolari, inviano continuamente informazioni sullo stato di allungamento di tali tessuti per permettere al sistema nervoso di reagire in modo adeguato e rapido con contrazioni della muscolatura, alle perturbazioni posturali, in modo da stabilizzare l'articolazione e quindi conservare i rapporti articolari anche in situazioni dinamiche particolarmente stressanti per la caviglia.

Nel piede i propriocettori si trovano in particolare a livello della capsula e dei legamenti dell'articolazione tibiotarsica, sottoastraglica e metatarso-falangee del primo dito. Tali recettori forniscono anche informazioni al cervelletto, insieme ai recettori visivi, vestibolari e uditivi, la cui integrazione è necessaria per il mantenimento dell'equilibrio nello spazio.

Gli studi di neurofisiologia dimostrano che, in seguito ad un trauma, la lesione di fibre capsulari e tendinee associato all'insorgenza di edema delle strutture e alla presenza di stimoli dolorosi, altera il sistema di feed-back "stimolo propriocettivo-risposta neuromuscolare", aumentando quindi i rischi di recidive a carico dell'articolazione colpita.(2)

I danni articolari e legamentosi della caviglia a seguito di una distorsione influenzano pertanto in modo significativo i meccanismi di controllo motorio locale posturale (Perrin et al 1997; Konradson 2002), alterando la capacità del sistema nervoso di generare una risposta coordinata e integrata fra le varie afferenze provenienti dai vari sistemi, alterando la capacità di produrre un controllo segmentale e della postura nell'ambiente circostante (Hodges 2004).

I sistemi di controllo interdipendenti, indicati da Panjabi (1992-2003) comprendono: il sistema passivo osteoarticolare e legamentoso, il sistema attivo miofasciale e il sistema neurologico di controllo.

Il sistema attivo miofasciale si esplica nell'azione anticipatoria dei muscoli peronei e tibiale posteriore che garantiscono una stabilizzazione preventiva, associati all'attività degli altri muscoli dell'arto inferiore e del tronco per il controllo posturale globale. Pertanto ogni azione motoria prevede un equilibrio fra i suddetti livelli per garantire la stabilità articolare durante il movimento in modo tale che la proiezione del centro di massa corporeo cada all'interno della base di appoggio.

Il sistema nervoso centrale per il controllo motorio locale utilizza circuiti feedback e feed-forward attivando i muscoli sulla base delle afferenze visive, vestibolari e sull'informazioni propriocettive ed esterolettive la cui integrazione è fondamentale. La stabilità del distretto tibio-tarsico in posizione neutra e in dorsiflessione è garantito dalle strutture legamentose, mentre in flessione plantare risulta fondamentale l'attivazione muscolare del muscolo peroneo-lungo, tibiale anteriore e tibiale posteriore che attraverso co-contrazioni esercitano una forza compressiva –stabilizzatrice sulla caviglia. (3)

Tale attivazione avviene grazie a sistemi di feed-forward soprattutto durante le attività sportive, durante le quali si eseguono gesti motori troppo veloci per affidarsi ad un sistema di feedback per la stabilità articolare.

Anche se secondo Ashton-Miller (4) il tempo di reazione peroneale basato su latenze mioelettriche non è indicatore affidabile della possibilità che hanno i muscoli di evitare una lesione in inversione in condizioni a rischio per l'articolazione.

La propiocezione riveste quindi un ruolo fondamentale attraverso il senso di posizione e attraverso la costruzione di strategie motorie anticipatorie, per evitare che variazioni di terreno o di posizione possano provocare una distorsione.

Studi di Goldscheider del 1989 hanno evidenziato che la caviglia, rispetto ad altri distretti articolari fondamentali per l'equilibrio e il controllo posturale, quali ginocchio, anca, cingolo pelvico, giunzione toraco-lombare, cervicale e cingolo scapolare, è quella che a velocità costante di  $0,3^\circ/\text{ms}$  riconosce movimenti angolari ad una soglia più ampia di  $1,2^\circ$  rispetto alla spalla che ha una soglia di attivazione di soli  $0,2^\circ$ .

Studi più recenti di Fitzpatrick e McCloskey (2006) hanno dimostrato che nel 75% dei casi giovani adulti erano in grado di individuare un momento angolare inferiore a  $0,2^\circ$  nella fase di oscillazione del passo rispetto ad a  $0,06^\circ$  di inversione di caviglia in condizioni di carico.

Pertanto si è dedotto che movimenti veloci e in carico portino ad una più precoce risposta feed-forward del momento angolare dell'articolazione.

Secondo lo studio di Ashton-Miller et al. del 1996 (4) quando, in seguito ad un salto, si atterra su una superficie solida, la forza di reazione del terreno può aumentare da zero a varie volte il peso del corpo in meno di 50 ms e il momento angolare dell'inversione della caviglia raggiunge i  $17^\circ$  in una media di 39 ms. Tale rapido incremento della forza di reazione del terreno e dell'inversione del piede, mette in crisi il sistema neuromuscolare che deve attuare le strategie motorie per prevenire possibili lesioni.

Tuttavia secondo gli stessi autori se il momento angolare di inversione è raggiunto in meno di 40 ms, e le afferenze sensoriali difficilmente riusciranno ad avvertire il sistema nervoso centrale in tempo per diminuire l'incombente rischio

di lesione legamentosa della caviglia, poiché il meccanismo preventivo si può attuare a velocità moderate (tra i 120 e 250 ms), o basse (oltre i 250 ms).

La stabilità funzionale di caviglia sembra pertanto essere la capacità di prevenire situazioni che possano causare un'inversione della caviglia-piede durante il carico, potenzialmente lesiva per il comparto legamentoso laterale. Tale abilità è assicurata da sistemi centrali e periferici.

Tuttavia, sebbene sia noto in ambito medico che disabilità propriocettive croniche centrali o periferiche inducano ad una maggiore probabilità di soffrire di patologie articolari (si pensi al “piede di Charcot” o alle neuropatie periferiche del piede diabetico), non è stato ancora stabilito con precisione il ruolo dei deficit propriocettivi nel determinare o meno una lesione ai tessuti molli alle articolazioni e in che misura la riabilitazione di tale sistema possa incidere sulla prevenzione di recidive.

Già nel 1965 Freeman et al. ipotizzarono che un allenamento dell'equilibrio e della coordinazione potesse diminuire il deficit propriocettivo dovuto ad una distorsione, e altri studi misero in luce gli effetti sia centrali sia locali sul sistema senso-motorio di tale allenamento propriocettivo e di equilibrio.(5)

Tuttavia, sebbene il training di equilibrio, coordinazione e propriocezione sia ormai una consuetudine all'interno della pratica riabilitativa in seguito ad una distorsione di caviglia, la maggior parte degli studi analizzati non specificano nel dettaglio il tipo di trattamento utilizzato, indicando genericamente l'utilizzo della tavoletta propriocettiva.

Inoltre alcuni studi utilizzano i risultati dei test propriocettivi in scarico come elementi prognostici per situazioni di carico, ma non è stata dimostrata una correlazione tra i due parametri. Uno dei test più utilizzati per valutare la

capacità propriocettiva, infatti, quantifica il senso di posizione dell'articolazione rispetto alla controlaterale, ma tale abilità richiede diversi secondi, pertanto è attendibile solo per movimenti lenti, non adatti per valutare la il movimento dell'arto in carico, in condizioni funzionali.

Nell'analisi degli studi si è dato maggior peso a quelli che presentavano come outcome primario il numero di distorsioni in seguito al trattamento in un follow-up di 1 anno della popolazione su cui si era intervenuti con esercizi propriocettivi, con la registrazione oggettiva di eventuali ulteriori distorsioni.

## DISCUSSIONE

Tutti gli studi analizzati e le recenti revisioni sul ruolo dell'allenamento propriocettivo dimostrano, seppur in misure differenti, che il training neuromuscolare-propriocezionale è efficace nella prevenzione di distorsioni di caviglia; inoltre emerge dagli studi più recenti che gli esercizi di equilibrio e propriocezione sono maggiormente efficaci tra gli atleti che hanno già subito una distorsione rispetto a chi non ha mai avuto lesioni.

E' quanto emerge dallo studio di coorte prospettico di Bahr e coll (6), i quali dal 1992 al 1995 indagarono sulle varie forme preventive per evitare distorsioni di caviglia. Lo studio fu effettuato su giovani pallavoliste di squadre universitarie: 225 atlete nel 1992-93; 235 nel 1993-94; e 244 nel 1994-95.

L'utilizzo di un programma propriocezionale su tavoletta instabile associato ad un allenamento multi-modale sport-specifico, portò ad una diminuzione dell'incidenza di distorsioni del 47%.

Il sottogruppo di atlete che utilizzarono solo la tavoletta propriocezionale, senza altri approcci di allenamenti sport specifici, registrò una recidiva di distorsione nell'anno di follow up del solo 5%, a differenza del gruppo di controllo in cui le atlete con recidiva furono il 17%.

Va segnalato che però, a parte il sottogruppo, in tale studio l'intervento maggiore preventivo per evitare lesioni al comparto caviglia fu multimodale con l'utilizzo anche di bendaggi e altri esercizi sport-specifici (come quelli pliometrici di salto e atterraggio) e, sebbene l'allenamento propriocezionale rivestisse un ruolo importante, i risultati sono influenzati dall'utilizzo di tali altri approcci. Inoltre non sono indicati nello studio in maniera specifica né la

durata delle singole sessioni di allenamento, né la frequenza, e non vi sono informazioni dettagliate sulla eventuale supervisione degli esercizi da parte dell'allenatore o del fisioterapista, o se venissero effettuati anche domiciliariamente.

I trial presi in esame tuttavia frequentemente non specificano nel dettaglio la tipologia degli esercizi, oppure associano il training propriocettivo ad altri approcci riabilitativi multimodali che comprendono esercizi pliometrici e sport specifici.

La tipologia del trattamento propriocettivo viene invece illustrata nel dettaglio da un altro interessante lavoro del 2006 di McGuine and Keene (7), un trial randomizzato controllato che per la sua alta qualità metodologica, valutata con punteggio Pedro score 7, viene preso in esame da altri autori per revisioni sull'argomento.

Il trial studiava l'effetto del training propriocettivo su 765 atleti universitari (523 donne e 242 uomini) che praticavano o calcio o basket.

Gli atleti divisi in 2 gruppi omogenei per pratica sportiva, età e sesso parteciparono a 5 sessioni settimanali di allenamento progressivo per l'equilibrio e la propiocezione, per 4 settimane, come riportato nella tabella A; tali allenamenti avvenivano sotto la supervisione dell'allenatore. Dalla 5a settimana, le sessioni di allenamento propriocettivo si riducevano a 3, nelle quali venivano però eseguiti esercizi sport-specifici su base instabile.

Anche secondo lo studio di McGuine and Keene del 2006 l'incidenza di distorsioni di caviglia diminuiva considerevolmente in seguito ad allenamento neuromuscolare propriocettivo rispetto al gruppo di controllo. Per valutare gli effetti del trattamento sono stati utilizzati come parametri il Rischio Relativo di distorsioni acute, con un intervallo di confidenza del 95% e follow-up ad un

anno. Le distorsioni registrate nel gruppo di intervento sono state 23/350, mentre nel gruppo di controllo 39/350 con una Riduzione del Rischio= 0,62 ed un  $I_c$  95%= 0,38-1,02

Tabella A : Balance training program proposta da McGuine e Keene

<b>Fase</b>	<b>superficie</b>	<b>Occhi</b>	<b>Esercizi</b>
1a settimana	pavimento	Aperti Aperti Aperti Aperti	Appoggio monopodalico Appoggio monopodalico mentre si oscilla con la gamba sollevata Squat 30-45° in appoggio monopodalico Appoggio monopodalico ed esecuzione attività funzionali( palleggio, lancio e calcio)
2° settimana	Pavimento	Chiusi Chiusi Chiusi	Appoggio monopodalico Appoggio monopodalico mentre si oscilla con la gamba sollevata Squat 30-45° in appoggio monopodalico
3 settimana	Tavoletta propriocettiva (Rotonda a sostegno semisferico)	Aperti Aperti Aperti Aperti	Appoggio monopodalico Appoggio monopodalico mentre si oscilla con la gamba sollevata Squat 30-45° in appoggio monopodalico Appoggio bi- podalico mentre si ruota la tavoletta
4 settimana	Tavoletta propriocettiva (Rotonda a sostegno semisferico)	Chiusi Chiusi Aperti Aperti	Appoggio monopodalico Appoggio monopodalico mentre si oscilla con la gamba sollevata Squat 30-45° in appoggio monopodalico Appoggio bi-podalico mentre si ruota la tavoletta

Dalla 5a settimana e oltre	Tavoletta propriocettiva	Aperti	Appoggio monopodalico mentre si eseguono attività funzionali quali palleggiare una palla, calciare...
----------------------------	--------------------------	--------	---

Inoltre anche in questo trial emerge in particolar modo la riduzione del rischio relativo di distorsione soprattutto tra gli atleti che avevano subito un precedente traumatismo alla caviglia: le recidive nel gruppo di intervento furono infatti 11/78; a differenza del gruppo di controllo che furono 16/77 con un Rischio relativo =0,56 e IC 95%=0,33-0,95. Anche se il numero limitato, in questo caso, degli atleti che avevano già subito una distorsione rende tale risultato più debole a livello statistico, tuttavia conferma l'ipotesi sostenuta degli altri studi presi in esame. Inoltre dallo studio di McGuine e Keene emerge non esserci correlazione tra il training propriocettivo e il grado di lesione legamentosa in caso di distorsione successiva né il tipo di impotenza funzionale che ne può derivare.

Anche il trial controllato randomizzato del 2009 di Hupperets e coll.(8), ha indagato se un programma di esercizi domiciliari controllati potesse ridurre l'incidenza in un anno di recidive di distorsioni alla tibio-tarsica in atleti che avevano appunto già subito recenti distorsioni. I partecipanti allo studio erano 522 individui sportivi, di età compresa tra i 12 e i 70 anni, che avevano riportato nei 2 mesi precedenti una distorsione tibio-tarsica in inversione; gli atleti sono stati quindi divisi in 2 gruppi simili per età, sesso, prestazione sportiva e storia di precedenti distorsioni.

Entrambi i gruppi hanno potuto seguire il trattamento fisioterapico che preferivano, ma ad un gruppo è stato assegnato in aggiunta un training propriocettivo da eseguire domiciliarmente per 3 volte a settimana in sessioni di

mezz'ora per 8 settimane. Il training consisteva in esercizi di equilibrio e coordinazione in appoggio monopodalico ad occhi aperti e chiusi e su tavoletta propriocettiva. Tali esercizi, insegnati da un fisioterapista, erano supportati a casa da materiale audio-visivo e cartaceo e progredivano di difficoltà nel corso delle 8 settimane.

Il follow-up di tale studio è stato di un anno, in accordo con i risultati di Hiller del 2008, che mostrava un maggior rischio di recidive di distorsione di caviglia durante il primo anno dopo l'infortunio.

Durante l'anno di controllo, gli atleti riferivano mensilmente delle proprie recidive e delle partecipazioni sportive, compilando un questionario e annotando su di un diario tutti i costi sia diretti che indiretti (sia per le cure mediche sia per l'assenza da lavoro o dalle competizioni sportive).

Dell'86 % dei partecipanti che è stato seguito per 12 mesi (drop-out del 14%), il 22% del gruppo di intervento dello studio ha avuto un recidiva di distorsione a differenza del 33% del gruppo di controllo. Pertanto emerge dal trial l'efficacia del programma di allenamento propriocettivo che portò ad una riduzione del rischio di recidiva di distorsione di caviglia del 35% inferiore nel gruppo di intervento rispetto a quello di controllo. Lo studio suppone che tale efficacia possa esser valida non solo per atleti ma anche per la popolazione generale.

Va segnalato tuttavia la presenza del 14% di atleti drop -out che potrebbe inficiare il valore finale di successo; inoltre il supporre che i risultati ottenuti si possano trasporre anche alla popolazione comune non tiene conto della diversa consapevolezza motoria di atleti, abituati ad allenamenti ed esercizi, in grado di un'autogestione domiciliare di compiti motori rispetto a persone comuni che non praticano sport.

Un altro limite da considerare di tale studio è poi l'autoregistrazione da parte dei pazienti sugli episodi di recidive, che espone lo studio ad un maggior rischio di imprecisioni sull'indicazione di ulteriori distorsioni rispetto ad altri traumi sportivi al distretto piede-caviglia.

Risulta concorde nell'efficacia del training propriocettivo anche la revisione sistematica del 2009 di Hubscher e coll, supportata dall'Istituto federale di Scienza sportiva Tedesco in collaborazione con L'American College of Sports Medicine (9). Essa ha valutato l'efficacia del trattamento neuromuscolare–propriocettivo nella prevenzione degli incidenti sportivi mettendo a confronto 32 studi tra cui trial randomizzati e non, di cui 7 studi metodologicamente ben condotti. Di questi 7 studi 2 sono stati condotti in Canada, 2 in Norvegia , 2 negli Usa e 1 in Finlandia.

Tutti i trial comprendevano una popolazione tra i 14 e i 24 anni di giovani sportivi che praticavano diverse discipline, dal calcio alla pallavolo, al basket.

Tre studi in particolar modo includevano nelle normali attività sportive–riabilitative esercizi di equilibrio e propriocezione, mentre gli altri un approccio multi-modale utilizzando anche esercizi sport specifici e stretching.

All'interno di tale revisione il trial randomizzato controllato di Emery et al. (10) del 2005 descrive con maggiore precisione la tipologia degli esercizi e la loro modalità di esecuzione Tale studio valutò su una popolazione di 920 giocatori di basket (dei quali il 50,4% erano uomini), di età compresa tra i 14 e 19 anni, l'efficacia del training propriocettivo, in condizioni statiche e dinamiche. La percentuale di drop-out registrato era solamente del 1,2%

Le sessioni di allenamento neuro-muscolare duravano almeno 20 min, ed erano eseguite per 5 volte a settimana, per almeno 6 settimane. Erano previsti esercizi di difficoltà progressiva, prima eseguiti ad occhi aperti, poi ad occhi chiusi, con appoggio monopodalico, prima su superficie piana e poi su tavoletta

propriocettiva. Il training propriocettivo poteva anche esser svolto domiciliariamente.

Tale trial randomizzato controllato di Emery et al. dimostrò anch'esso, in accordo con gli altri studi analizzati, una diminuzione significativa dell'incidenza di tutti i traumatismi sportivi dell'arto inferiore, nel gruppo di intervento rispetto al gruppo di controllo, in seguito ad allenamento propriocettivo progressivo.

Analizzando un sottogruppo specifico del distretto caviglia si osservava come outcome primario, in follow up di 1 anno, una significativa diminuzione di distorsioni in seguito al training d'equilibrio con un rischio relativo pari a 0,14 e IC 95%= 0,18-1,13

Anche in quest'ultimo trial l'efficacia del training propriocettivo era maggiore nei partecipanti con una storia precedente di infortunio all'arto inferiore (RR= 0,13 IC 95%= 0,02-1). Inoltre i soggetti del gruppo di intervento mostrarono un miglioramento nelle capacità di equilibrio statiche e dinamiche su pedana stabilometrica al controllo dopo le 6 settimane di allenamento (outcome surrogato).

Si deve però osservare un limite di tale trial, in cui le lesioni distorsive erano riportate autonomamente dai pazienti oppure dal loro fisioterapista o allenatore, che potevano sovra o sottostimare la gravità della lesione.

Secondo la revisione sistematica di Hubscher, prima citata, e la meta-analisi dei 7 trial con il miglior approccio metodologico, 6 dei 7 studi dimostrano che esercizi di equilibrio, sono efficaci nel diminuire significativamente traumatismi all'arto inferiore, e in particolar modo il rischio di distorsioni con una media del 36%.

Inoltre emerge dagli studi che l'allenamento propriocettivo è più efficace in quegli atleti con una precedente storia di traumi distorsivi, in accordo con gli studi precedentemente analizzati.

La meta-analisi comparativa di tali trial evidenzia inoltre che tale rischio si riduce ulteriormente al 50% se viene utilizzato un approccio multi-modale associando anche esercizi di rinforzo, sport specifici, pliometrici....

Nel confrontare le diverse analisi risulta in effetti che un training multi-intervento riduce il RR a 0,50 IC=0,31-0,79 ,  $P \leq 0,01$ ; mentre un allenamento solo di equilibrio su tavoletta propriocettiva riduce il RR a 0,64, IC 95%= 0,46-0,9 ,  $P \leq 0,01$ .

Per valutare se il training propriocettivo possa risultare efficace anche su soggetti che non solo hanno subito una precedente distorsione ma molteplici e siano affette da instabilità cronica di caviglia (CAI) risulta interessante il trial randomizzato controllato del 2009 condotto da McKeon e Paolini (11).

Gli autori hanno valutato infatti nello specifico gli effetti di un allenamento di equilibrio e propriocezione nelle persone affette da caviglia instabile cronica in attività dinamiche quali il cammino e la corsa. Lo studio si è posto inoltre come obiettivo anche quello di valutare gli effetti del training sulle proprietà meccaniche dei legamenti laterali di caviglia (in particolar modo sul legamento peroneo-astragalico anteriore) come outcome surrogato.

Sono stati selezionati 29 partecipanti, tra uomini e donne, che riferivano una caviglia instabile, e sono stati poi suddivisi in maniera randomizzata in 2 gruppi: al gruppo di intervento è stato somministrato per 4 settimane un training di esercizi di equilibrio dinamici in appoggio monopodalico; mentre il gruppo di controllo non effettuò nessun trattamento.

Le misure di outcome sono state la valutazione clinica tramite test ortopedici, come il cassetto anteriore, l'inversione del calcagno, e il talar tilt test e misurazione della lassità legamentosa, e misure artrocinematiche, come il rapporto inversione/eversione del retropiede e in riferimento alla rotazione della tibia ed il rapporto di tali parametri durante il cammino e la corsa su treadmill. Tali valutazioni artrometriche sono state dimostrate valide in precedenti studi per diagnosticare un'instabilità cronica di caviglia. (12), (13).

Gli autori hanno messo in evidenza che il meccanismo tipico nelle distorsioni ricorrenti prevede una ipersupinazione del retropiede tra le fasi di oscillazione e di appoggio del cammino, quando cioè si passa dalla condizione di non carico a quella di carico nella fase iniziale di contatto con il terreno (14); da tale presupposto essi hanno concluso che un alterato rapporto tra il retropiede e la torsione della tibia possa esporre maggiormente al rischio di distorsioni. A compromettere ulteriormente la fase di passaggio tra non carico-carico si aggiungono le lesioni legamentose che si hanno in seguito a distorsione per il deficit propriocettivo.

L'intervento nel gruppo di studio consisteva in una esercitazione progressiva all'equilibrio dinamico e della coordinazione del soggetto che restava in appoggio monopodalico dapprima ad occhi aperti e poi chiusi, ed eseguiva in tale posizione diversi movimenti sport specifici, come palleggiare e ricevere la palla. Ogni soggetto partecipava a 12 sessioni di allenamento supervisionate della durata di 20 min ciascuna. Ogni attività proposta conteneva 7 livelli di difficoltà prevedendo esercizi ad occhi aperti e chiusi, salti guidati e capacità di atterraggio stabile in seguito ad un salto. Al termine delle 4 settimane di tale training il gruppo di intervento ha mostrato un aumento significativo delle

normali abilità motorie, sia nella vita quotidiana, sia nelle attività sportive, come evidenziato anche dai test FADI ( Foot and Ankle Disability index ) e FADI sport, e un incremento del controllo motorio in appoggio monopodalico. Inoltre, in seguito al training propriocettivo si è registrato un miglioramento dell'equilibrio su un solo arto nella fase di atterraggio in seguito ad un salto. Anche il rapporto di coordinazione neuromuscolare tra retropiede e tibia durante il cammino ha registrato miglioramenti in misura maggiore tra gli individui che avevano subito precedenti lesioni alla caviglia, mettendo in luce come nella instabilità cronica di caviglia più che eventuali lesioni legamentose abbia un ruolo determinante il controllo sensitivo-motorio. Tuttavia si rileva che durante la corsa tale miglioramento era molto inferiore, statisticamente non rilevante.

Tra i limiti dello studio di McKeon e coll. vi è da una parte il numero esiguo dei partecipanti (29) per avere una rilevanza statistica, dall'altra parte il criterio di inclusione non metodologicamente chiaro dei soggetti, reclutati in quanto affetti da caviglia instabile cronica, intesa come una caviglia con storia di precedenti distorsioni, in cui determinante fosse la sensazione soggettiva di instabilità.

## CONCLUSIONI

Dall'analisi della più recente letteratura sul tema e con il maggior rigore metodologico (come indicato anche dal punteggio Pedro score), emerge un'uniformità di consenso sull'efficacia del training propriocettivo e di equilibrio per la prevenzione di distorsioni di caviglia in follow up di 1 anno.

Per la valutazione oggettiva dell'efficacia si è fatto riferimento alla Riduzione del Rischio Relativo (RRR) e con un intervallo di confidenza al 95% riportato in studi di alta qualità come i trial controllati randomizzati di Vehargen (15) e MCGuine e Keene (7) che dopo l'introduzione di un programma di allenamento propriocettivo per atleti, hanno registrato una riduzione delle recidive di distorsioni fino al 50%.

Gli studi sono inoltre concordi nell'indicare che tale efficacia aumenti nei soggetti che hanno già subito una o più precedenti distorsioni, o soffrono di instabilità di caviglia.

La frequenza delle sessioni non trova indicazione precisa nei diversi studi e oscilla da 3 a 5 sessioni a settimana, della durata variabile dai 10 ai 20 min, per un periodo di almeno 4-6 settimane.

Nel confronto dai diversi studi emerge che il protocollo più indicato per il training neuromuscolare di controllo motorio preveda un allenamento progressivo da statico a dinamico, in appoggio monopodalico e con l'utilizzo di tavoletta propriocettiva, dapprima ad occhi aperti e poi a occhi chiusi, come indicato da precedenti lavori (16), (17), (18).

Nella progressione della difficoltà viene poi proposta l'esecuzione di gesti sport specifici, su tavoletta instabile dapprima con appoggio bipodalico e poi monopodalico.

Tuttavia la recente revisione come quella di Ubscher del 2009 , ha messo in luce che l'efficacia del training neuromusolare-proprioceettivo aumenti maggiormente se associata ad approcci multi-modali che includano la combinazione di esercizi di agilità, forza, pliometrici, ed in particolar modo sport specifici (19) soprattutto nei gesti del salto e dell'atterraggio.

Pertanto ulteriori ricerche dovrebbero essere volte a individuare nello specifico quali tipologie di esercizi (equilibrio su tavoletta, movimenti guidati con o senza resistenza esterna, movimenti perturbati, allenamento su supporti particolari...) e condizioni di allenamento (esercizi monopodalici, bipodalici, ad occhi chiusi, aperti..) siano più adeguate per prevenire le distorsioni nelle diverse discipline sportive. Infine sarebbe utile identificare anche quali componenti del training con approccio multi-modale (forza, resistenza, mobilità..) siano più efficaci nella riduzione del rischio di recidiva.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Hupperets MD “Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprains: randomized controlled trial” BMJ 2009
- (2) Eils E, Rosenbaum: a multistation proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. Med Sci sports Exerc 2001
- (3) Isakov E, Miizhravi, Solzi. Espanso of the peroneal muscles to sudden inversion of the ankle during standing, Int Sports biomech, 1986
- (4) Ashton –Miller , R.A Ottaviani, Hutchinson “ what best protects the inverted weight-bearing ankle against further inversion? Am J Med 1996
- (5) Freeman : instability of the foot after injury to the lateral ligament of ankle J. Bone Surgery Br. 1965
- (6) Bahr R, et coll “ A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. Scand J Sport Med 1997
- (7) McGuine TA, Keene JS: the effect of balance training program on risk of ankle sprains in high school athletes Am J sports Med 2002
- (8) Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. Hupperets MD, Verhagen EA, van Mechelen W. BMJ. 2009 Jul 9;339:b2684. doi: 10.1136/bmj.b268
- (9) Hubscher M, Zech A, Pfeifer K, Hansel F, Vogt L, Banzer W, Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review, Medicine and Science in Sports and Exercise 2010 Mar;42(3):413-421

- (10) Emery Ca : effectiveness of a home based balance training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. Can Med Assoc. 2005
- (11) Effects of balance training on gait parameters in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial [with consumer summary] McKeon, G. Paolini; Ingersoll et al Clinical Rehabilitation 2009 Jul;23(7):609-621
- (12) Monaghan K. Delahunt E. Caulfield Ankle function during gait patients with chronic ankle instability compared to controls. Clin Biomech 2006
- (13) Nawata, Nishihara, Teshima Plantar pressure distribution during gait in athletes with functional instability of the ankle joint. J orthop sci 2005
- (14) Wright The influence of foot positioning on ankle sprains J biomech 2000
- (15) Vehagen E, Van der Beek, Twisk, Bahr, van Mechelen : The effect of proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains : a prospective controlled trial AM J sports Medecine 2006
- (16) Bernier JN , Perrin, effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle J orth Sports 1998
- (17) Lephart, Pincivero, Giraldo the role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries Am J Sports Med 1997
- (18) Tropp, Asking prevention of ankle sprains Am J of Spots Med 1985
- (19) Sodermark et al balance board training : prevention of traumatic injuries of the lower extremities in soccer players. A randomized intervention study