

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA**

**FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA**

Master in Riabilitazione delle Patologie Muscolo-scheletriche

in collaborazione con Libera Università di Bruxelles

**EFFICACIA DEL BENDAGGIO FUNZIONALE  
E DEL TRAINING RIABILITATIVO  
DOPO DISTORSIONE DI CAVIGLIA.**

Referente:

Marco Barbero

Tesi di:

Carmen D'Ambrosio

dicembre, 2004

# INDICE.

❖ Abstract.....	3
❖ Introduzione.....	4
❖ Criteri di selezione degli articoli.....	7
❖ Epidemiologia delle distorsioni ricorrenti.....	16
❖ Il bendaggio funzionale.....	24
❖ Il training propriocettivo.....	35
❖ Conclusioni.....	45
❖ Bibliografia.....	52

# ABSTRACT

L'obiettivo di questo lavoro è valutare l'efficacia del bendaggio funzionale e del training propriocettivo nella prevenzione delle distorsioni.

A tal fine ho utilizzato come database medline introducendo quali parole chiave: prevention of ankle sprain, proprioception, ankle instability rehabilitation, ankle sprain rehabilitation, ankle taping e ankle bracing.

Tra gli abstracts dal 1985 al 2004 ho scelto gli articoli in lingua inglese, che fossero RCT o revisioni sistematiche.

Tali articoli trattano dei fattori di rischio per il trauma distorsivo, del ruolo dell'uso della scarpa, del bendaggio funzionale, dell'ortesi e dell'efficacia dell'esercizio propriocettivo nella prevenzione delle recidive.

La maggior parte degli studi afferma l'utilità del bendaggio funzionale o dell'ortesi nella prevenzione delle distorsioni ed uno tra questi sostiene che non vi sarebbe differenza di efficacia tra le due ortesi, inoltre il training propriocettivo ridurrebbe l'oscillazione posturale e migliorerebbe la sincronia di attivazione muscolare durante un trauma in inversione.

## **INTRODUZIONE.**

Le distorsioni di caviglia sono tra i più comuni incidenti sportivi.

A seguito di una prima distorsione è stato stimato che tra il 70% e l'80% degli atleti soffrono di distorsioni ricorrenti ed i sintomi dell'instabilità residua sono presenti nel 20-40% dei casi, va inoltre tenuto conto che l'instabilità a lungo termine è un fattore di rischio per l'osteoartrite. (61)

I costi di intervento per questo trauma negli Stati Uniti variano dai 318\$ ai 914\$ ed il tempo di recupero da una settimana per una distorsione di 1° grado a diversi mesi per una distorsione di 2° e 3° grado, come analizzato da Soboroff e collaboratori in un loro studio del 1984 (51).

La maggior parte delle distorsioni avviene quando il piede è in flessione plantare e la caviglia è soggetta ad un momento supinatorio mentre la gamba ad una forza in rotazione esterna, in tale situazione:

1. la parte più stretta del corpo dell'astragalo si trova tra i malleoli
2. il legamento talofibulare anteriore e calcaneofibulare sono sottoposti ad una importante tensione meccanica (62)

e viene evocata una contrazione muscolare bilaterale con un tempo di latenza simile da entrambi i lati (circa 55 ms). L'attivazione muscolare è prossimale e distale e coinvolge sia i muscoli agonisti che gli antagonisti.

Tale attivazione riflessa riceve il contributo di input vestibolari e visivi oltre che propriocettivi. Il sistema vestibolare è il primo che entra in gioco durante il trauma stabilizzando la testa ed insieme al sistema visivo compensa l'oscillazione del corpo, di seguito gli input propriocettivi inducono la contrazione muscolare. (33;61)

In caso di lesione dei legamenti si ha la distorsione degli input propriocettivi e ciò compromette l'attivazione dei muscoli peronei, aumentando il loro tempo di reazione al trauma. (16)

La ricorrenza delle distorsioni sarebbe dunque causata **dall'instabilità funzionale** derivante dal danno al sistema di controllo sensomotorio della caviglia (61) o **dall'instabilità meccanica**, derivante da:

1. anormalità anatomiche come la rottura di uno o più legamenti laterali della caviglia
2. deformità biomeccaniche come piede valgo che genera meccanismi compensatori inducenti un momento supinatorio all'articolazione talocrurale

La relazione tra instabilità meccanica e funzionale di caviglia non è ancora chiara.

A seguito di un primo evento distorsivo vi sarebbe inoltre un aumento dell'oscillazione posturale, ma a tal proposito i risultati degli studi sinora condotti sono discordanti: gli studi

di Orteza (29) e di Cornwall, Muller (30) dimostrano la presenza di una minore stabilità in appoggio monopodalico nei traumatizzati rispetto ai soggetti sani, mentre Tropp (10) in un suo studio condotto nel 1984 asserisce il contrario.

I trattamenti proposti a seguito di un trauma distorsivo sono diversi. In genere il protocollo include la crioterapia, l'elevazione, la compressione e l'utilizzo di farmaci anti-infiammatori non steroidei per poi proseguire con esercizi attivi, a resistenza progressiva associati ad un training propriocettivo. Il ritorno all'attività prevede l'utilizzo di taping o bracing. (28)

Uno degli obiettivi dell'intervento riabilitativo dovrebbe essere la prevenzione delle recidive e a tal proposito si interviene tramite l'uso del bendaggio funzionale o di una ortesi oltre che proponendo esercizi propriocettivi, in quanto il deficit propriocettivo è una delle conseguenze certe di un primo evento distorsivo, secondo quanto riportato nella letteratura da me revisionata in un articolo del 2003. (79)

Il motivo di tale revisione è indagare l'evidenza scientifica alla base degli attuali protocolli di intervento riabilitativo per la prevenzione delle ripetute distorsioni.

## **CRITERI DI SELEZIONE DEGLI ARTICOLI.**

Ho incluso in questo lavoro gli studi di coorte e le revisioni sistematiche che trattassero degli interventi di prevenzione delle distorsioni di caviglia e come mostrato nella tabella 1 che segue ho escluso gli articoli che:

1. non fossero in lingua inglese
2. per cui non fosse consultabile l'abstract
3. fossero casi studio
4. includessero pazienti con lesione di terzo grado o sottoposti ad intervento chirurgico.
5. trattassero delle strategie di intervento in caso di traumi ricorrenti non specificatamente interessanti la caviglia.

<b>AUTORE, TITOLO, ANNO DI PUBBLICAZIONE</b>	<b>MOTIVO DELL'ESCLUSIONE</b>
1. Wester JU et all: Training on a wobble board following lateral ankle joint sprains. 1998. (73)	Articolo in olandese.
2. Scheffelen C et all: novel functional studies of the stabilizing behavior of ankle joint orthoses. 1993. (70)	Articolo in tedesco.
3. Twellaar M et all: Ankle sprains. Comparison of long-term results of functional treatment methods with adhesive tape and bandage ("brace") and stability measurement. 1993. (69)	Articolo in tedesco.
4. Barkler EH et all: The effect of supervised rehabilitation on ankle joint function and the risk of recurrence after acute ankle distortion. 2001. (71)	Articolo in olandese.
5. Thorogood L: proprioception exercises following ankle sprain. 2003. (72)	Abstract non consultabile.
6. Milch LD: Rehabilitation exercises following inversion ankle sprains. 1986. (75)	Abstract non consultabile.
7. Wilkerson G: Functional Rehabilitation. A protocol for management of the lateral ankle sprain. 1996. (78)	Abstract non consultabile.
8. Kern-Steiner R et all : Strategy of exercise prescription using an unloading technique for functional rehabilitation of an athlete with an inversion ankle sprain. 1999. (74)	Caso studio.
9. Kamada K et all: Chronic subtalar instability due to insufficiency of the calcaneofibular ligament: a case report. 2002. (77)	Caso studio.
10. Johnson MB, Johnson CL: Electromyographic response of peroneal muscles in surgical and nonsurgical injured ankles during sudden inversion. 1993. (76)	Inclusione di pazienti sottoposti ad intervento chirurgico.
11. Leanderson J et all: Early influence of an ankle sprain on objective measure of ankle joint function. A prospective randomised study of ankle brace treatment. 1999. (68)	Inclusione di pazienti con lesione di 3° grado.
12. Fields KB et all: Rehabilitation exercises for common sports injuries. 1992. (80)	Esercizi propriocettivi per la prevenzione dei traumi ricorrenti non specificatamente alla caviglia

**Tabella 1:** elenco degli articoli eliminati ad una prima selezione.

Gli articoli riportati nelle tabelle che seguono sono quelli ottenuti da questa prima selezione.

<b>Autore, titolo e anno</b>	<b>Tipo di studio e obiettivo</b>	<b>popolazione</b>	<b>Intervento</b>	<b>risultato</b>
1. Barrett J, Bilisko T: The role of shoes in the prevention of ankle sprains. 1995. (64)	Revisione sistematica. Revisione della letteratura circa l'influenza della scarpa sull'incidenza di distorsione.	Non specificati i criteri di selezione degli studi.		Le scarpe a collo alto aumentano la stabilità della caviglia ma questo non è stato dimostrato ridurre l'incidenza di distorsioni.
2. Richie DH.: Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. 2001. (61)	Revisione sistematica. Analisi del meccanismo di distorsione e del ruolo di: propiocezione, debolezza muscolare, tempo di reazione muscolare, equilibrio e supporto passivo, raccomandazioni di intervento clinico.	Studi scelti in base alla selezione dei pazienti: soggetti con instabilità cronica e senza evidenze radiografiche o cliniche di instabilità meccanica.		L'instabilità funzionale è la perdita del controllo neuromuscolare che include: propiocezione, debolezza muscolare, tempo di reazione muscolare ed equilibrio. Quest'ultimo è un fattore discriminativo per identificare soggetti con instabilità funzionale. Il training propriocettivo è efficace nel ridurre i sintomi dell'instabilità.
3. Thacker SB et al.: The prevention of ankle sprains in sports. 1999. (21)	Revisione sistematica. Studio delle evidenze sull'efficacia dell'utilizzo di scarpe adatte, bendaggio funzionale o ortesi per la prevenzione delle distorsioni.	Studi scelti: RCT e studi di corte. Database: medline dal 1966 al 1998, Current Contents dal 1996 al 1997, Biomedical Collection dal 1993 al 1997.		Per prevenire le distorsioni recidivanti gli atleti dovrebbero indossare un'ortesi per almeno 6 mesi dal trauma, l'utilizzo di scarpe adeguate può dare benefici, mentre il bendaggio funzionale perde la sua azione dopo 10 minuti di gioco e l'azione residua sarebbe dovuta alla stimolazione propriocettiva.

<b>Autore, titolo e anno</b>	<b>Tipo di studio e obiettivo</b>	<b>popolazione</b>	<b>Intervento</b>	<b>risultato</b>
4. Mattacola CG et al.: Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. 2002. (56)	Revisione sistematica. Analisi dell'evidenza delle tecniche riabilitative per la caviglia dopo trauma in fase acuta e cronica.	Non specificati i criteri di selezione degli articoli. Database: medline.		In fase acuta: risoluzione dell'infiammazione, recupero del RoM e della forza, in seguito recupero della funzione, ogni programma dovrebbe essere modificato individualmente.
5. Ashton-Miller JA et al.: What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? 1996. (66)	RCT. Studio prospettivo dell'efficacia protettiva prodotta da una scarpa a collo alto, dal bendaggio e da una ortesi.	20 soggetti sani di età media 24 anni, che non avessero subito traumi distorsivi nei 6 mesi precedenti.	1. misura della F di eversione in carico a 15° di inversione, a 0° e 32° di flessione plantare 2. confronto della forza prodotta indossando una scarpa a collo alto o la stessa in combinazione con bendaggio o ortesi.	1. a 15° di inversione la forza esercitata dai muscoli eversori fornisce una protezione maggiore all'inversione di ogni altro ausilio. 2. nessuna differenza di efficacia tra bendaggio, ortesi e scarpa. 3. quando i muscoli sono inattivi la scarpa aumenta la resistenza all'inversione, tale aumento si associa a scarpa si associa bendaggio o ortesi.
6. Guskiewicz KM, Perrin DH: Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. 1996. (28)	RCT. Studio prospettivo. Determinare se l'uso dell'ortesi riduce l'oscillazione posturale nei soggetti traumatizzati e nei sani.	13 soggetti di età media 18 anni, altezza media 173cm, peso medio 65Kg, con distorsione acuta e senza dolore e 12 sani di età media 25 anni, altezza media 176cm e peso medio 70Kg.	Venne misurata l'oscillazione in appoggio monopodalico, indossando un'ortesi che non permettesse alcun movimento tra il talo e l'osso navicolare.	L'uso dell'ortesi appare una strategia utile a ridurre l'oscillazione posturale, aumentata nel traumatizzato, inoltre i soggetti riferirono di sentirsi più stabili. L'ortesi può essere una modalità di facilitazione la ripresa delle attività.
7. Refshauge KM et al.: The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. 1999. (18)	RCT. Studio prospettivo. Determinare se la percezione di flessione plantare e dorsale sono alterate in soggetti con distorsioni ricorrenti e se la propriocezione migliora con un bendaggio.	43 soggetti di età media 21 anni, altezza media 167cm, peso medio 65Kg, 25 avevano subito distorsioni ricorrenti prima delle tre settimane precedenti lo studio.	Misura della propriocezione a vari gradi di flessione e a diverse velocità di movimento, con e senza bendaggio.	Nessun deficit propriocettivo nei soggetti con distorsioni ricorrenti, e nessun miglioramento della propriocezione con bendaggio.

<b>Autore, titolo e anno</b>	<b>Tipo di studio e obiettivo</b>	<b>popolazione</b>	<b>Intervento</b>	<b>risultato</b>
<b>8.</b> Lohrer H et all: Neuromuscular properties and functional aspects of taped ankles. 1999. (31)	RCT. Studio prospettivo. Investigare la stabilità articolare con bendaggio prima e dopo esercizio atletico.	40 soggetti volontari sani.	Misurazione elettromiografica di tibiale anteriore, peroneo lungo, gastrocnemio mediale e vasto mediale durante la simulazione di un'inversione con bendaggio della caviglia.	Il bendaggio è efficiente nel proteggere l'articolazione, riducendo l'ampiezza dell'inversione e la velocità di occorrenza.
<b>9.</b> Alt W et all: Functional properties of adesive ankle taping: neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. 1999. (27)	RCT. Studio prospettivo. Investigare l'effetto stabilizzante di diversi tipi di bendaggio prima e dopo esercizio atletico.	12 sportivi sani, di età media 23 anni, altezza media 172cm e peso medio 69Kg.	Misurazione elettromiografica di tibiale anteriore, peroneo lungo e gastrocnemio mediale durante le simulazioni di distorsioni con l'applicazione del bendaggio e prima e dopo esercizio.	Il bendaggio funzionale riduce l'incidenza di distorsioni.
<b>10.</b> Eiff MP et all: early mobilization versus immobilization in the treatment of lateral ankle sprains. 1994. (46)	RCT. Studio retrospettivo. Confronto dell'efficacia della precoce mobilizzazione e della immobilizzazione dopo distorsione di caviglia.	82 militari di età media 33 anni con distorsione di caviglia precedente alle ultime 48 ore, con gonfiore o lesioni legamentose.	Gruppo 1: bendaggio elastico per 48h ed uso di canadesi per non caricare. Tra il 3° ed il 10° giorno ripresa di tutte le attività con bendaggio compressivo ed esercizi di rinforzo e propriocettivi; gruppo 2: splint e canadesi per 10 giorni, al 10° giorno rimozione dello split, ripresa delle attività ed esercizi di rinforzo e propriocettivi; tutti i soggetti dovevano applicare il ghiaccio ed elevare l'arto nelle prime 48h.	Sia l'immobilizzazione che la mobilizzazione precoce associate alla riabilitazione prevengono la disabilità a lungo termine. La mobilizzazione precoce permette un più rapido ritorno al lavoro.
<b>11.</b> Osborne MD et all. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. 2001. (41)	RCT. Studio prospettivo. Determinare se l'esercizio propriocettivo modifica la latenza dei muscoli in soggetti con distorsioni ricorrenti.	10 soggetti che avessero subito una distorsione tra i 18 ed i 6 mesi prima dello studio, non riabilitati.	15 minuti al giorno di esercizio solo dal lato colpito, su tavola oscillante per 8 settimane. Valutazione con elettromiografia durante il test in inversione in carico.	La latenza del tibiale anteriore era diminuita bilateralmente dopo il periodo di allenamento

<b>Autore, titolo e anno</b>	<b>Tipo di studio e obiettivo</b>	<b>popolazione</b>	<b>Intervento</b>	<b>risultato</b>
<b>12.</b> Tropp H et al: Prevention of ankle sprains. 1985. (11)	RCT. Studio prospettivo. Investigare l'efficacia di un'ortesi e del training propriocettivo nel ridurre l'incidenza delle distorsioni nei calciatori.	450 calciatori con una storia di distorsioni ricorrenti, instabilità o sensazione di cedimento.	Gruppo 1: controllo; Gruppo 2: utilizzo di un'ortesi stabilizzante in medio-laterale; Gruppo 3: esercizi propriocettivi su tavola oscillante, 10 minuti al giorno, 5 volte alla settimana per 10 settimane e poi 5 minuti 3 volte alla settimana. Durata dello studio 6 mesi.	L'allenamento propriocettivo riduce l'instabilità funzionale e probabilmente rompe il circolo vizioso distorsione e conseguente atrofia. L'ortesi può essere usata durante il periodo riabilitativo prima dell'allenamento propriocettivo o nelle situazioni ad alto rischio.
<b>13.</b> Eils E, Rosenbaum D: A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. 2000. (36)	RCT. Studio prospettivo. Investigare l'efficacia di 6 settimane di esercizi propriocettivi in soggetti con instabilità.	30 soggetti con instabilità cronica e senza dolore.	Gruppo 1: controllo; Gruppo 2: 12 esercizi propriocettivi per 6 settimane, una volta alla settimana per 20 minuti.	L'esercizio propriocettivo migliora la sincronia tra peroneo lungo e tibiale anteriore nel resistere alla distorsione.
<b>14.</b> Hoffman MA, Payne VG: The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. 1995. (37)	RCT. Studio prospettivo. Efficacia dell'esercizio su piattaforma oscillante (Biomechanical Ankle Platform System) nel ridurre l'oscillazione posturale.	28 studenti di età media 16 anni peso medio 72Kg, con una storia di traumi alla caviglia.	1. 14 fecero parte del gruppo di controllo 2. 14 del gruppo sperimentale, parteciparono a 10 settimane di esercizio su tavola oscillante, per 3 volte alla settimana per 10 minuti per gamba.	L'esercizio propriocettivo su tavola oscillante riduce l'oscillazione posturale.
<b>15.</b> Benier JN, Perrin DH: Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. 1998. (4)	RCT. Studio prospettivo. Determinare l'efficacia di un programma di esercizi di equilibrio e coordinazione svolti per 6 settimane al fine di recuperare la sensibilità propriocettiva.	45 soggetti di età media 22 anni con instabilità funzionale cronica, che avessero subito almeno 2 distorsioni negli ultimi 12 mesi e non avessero dolore.	I soggetti vennero divisi in modo randomizzato in 3 gruppi: 1. controllo 2. stimolazione elettrica dei muscoli peroneo lungo e breve 3. 6 settimane di esercizi di coordinazione ed equilibrio.	I soggetti che parteciparono al programma di esercizi migliorarono nell'equilibrio, ma non si registrarono cambiamenti per la propriocezione.

<b>Autore, titolo e anno</b>	<b>Tipo di studio e obiettivo</b>	<b>popolazione</b>	<b>Intervento</b>	<b>risultato</b>
<b>16.</b> Kaminski TW et al.: Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strenght ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. 2002. (42)	RCT. Studio prospettivo. Efficacia del training di rinforzo e propriocettivo in soggetti con instabilità funzionale di caviglia.	38 soggetti di età media 21.6 anni, altezza 174.1 cm, peso 78.2 Kg, fisicamente attivi, senza instabilità meccanica, con instabilità funzionale unilaterale.	4 gruppi di intervento: 1. training di rinforzo con elastici theraband 2. training propriocettivo 3. training di rinforzo e propriocettivo 4. gruppo di controllo per sei settimane per 3 volte alla settimana.	A fine intervento nessuna differenza significativa di forza e propriocezione tra i gruppi di trattamento.
<b>17.</b> Baumhauer JF et all: A prospective study of ankle injury risk factors. 1995. (47)	RCT. Studio retrospettivo. Esaminare i fattori di rischio di distorsione negli atleti.	145 atleti di età media 20 anni.	Misurazione della lassità legamentosa, della stabilità articolare e della forza muscolare in flessione plantare, dorsale, eversione ed inversione e registrazione degli eventi distorsivi durante una stagione sportiva.	Nessuna correlazione tra lassità, stabilità e precedenti eventi distorsivi con il rischio di distorsione, mentre le caviglie con una grande forza in flessione plantare rispetto alla flessione dorsale registrarono una maggiore incidenza di distorsioni.
<b>18.</b> Wright IC et all: The influence of foot positioning on ankle sprains. 1999. (13)	RCT. Studio retrospettivo. Investigare l'influenza della posizione del piede all'appoggio al suolo sull'incidenza di distorsione.	10 corpi disegnati al computer, di altezza 180cm e peso 75Kg.	Simulazione della prima fase del passo per 11 valori diversi di forza del peroneo lungo, 11 tempi diversi di attivazione dello stesso muscolo, per un totale di 11000 simulazioni. Per ogni simulazione venne calcolato il massimo angolo di supinazione.	La tendenza del piede ad essere più in flessione plantare all'appoggio al suolo può aumentare l'incidenza di distorsioni, ma non si può concludere nulla circa l'importanza di tale fattore di rischio rispetto alla forza dei peronei o alla lassità legamentosa.

**Tabella 2:** elenco e descrizione degli articoli scelti ad una prima selezione.

Dopo aver letto questi articoli, ho deciso di non introdurre nella revisione l'articolo di Mattacola e collaboratori (56), poiché traccia le linee guida per il trattamento della distorsione di caviglia senza specificarne l'evidenza scientifica.

**EPIDEMIOLOGIA DELLE DISTORSIONI**

**RICORRENTI.**

I fattori di rischio per le continue distorsioni possono essere classificati in estrinseci ed intrinseci. I primi includono gli errori di allenamento, il tipo di sport, il livello di competizione, l'equipaggiamento e le condizioni ambientali. I secondi lo scorretto allineamento di piede e caviglia, il deficit di forza, il limitato arco di movimento, l'instabilità articolare, la lassità legamentosa, l'età e il sesso dell'individuo (47).

Il proposito dello studio di Baumhauer e collaboratori (47) era di valutare i fattori di rischio intrinseci per la distorsione di caviglia e a tal fine vennero reclutati 145 atleti di età compresa tra i 18 ed i 23 anni.

Ogni individuo venne valutato per:

1. **La lassità articolare** , secondo il metodo Beighton
  - a) Estensione delle metacarpo- falangee oltre i 90°
  - b) Passivo raggiungimento del pollice al lato volare dell'avambraccio
  - c) Iperestensione del gomito superiore a 10°
  - d) Iperestensione del ginocchio superiore a 10°
  - e) Flessione del tronco a ginocchia completamente estese sino a toccare il pavimento con i palmi
2. La lunghezza del piede e l'**allineamento anatomico** della caviglia con un goniometro, secondo il metodo di James e collaboratori:
  - da prono
    - a) Varo-valgo dell'avampiede
    - b) Inversione-eversione sub-talare
    - c) Flessione dorsale tibio-talare
  - In carico
    - d) Varo-valgo tibio-talare
    - e) Varo-valgo sub-talare
3. **La stabilità legamentosa** tramite i test di traslazione anteriore e di tilt talare. Il primo è un valido indicatore dell'integrità del legamento talo-fibulare anteriore che limita l'inversione in flessione plantare e venne eseguito a soggetto seduto con il ginocchio flesso di 90° e la caviglia flessa plantarmente di 10°, il secondo valuta l'integrità del legamento calcaneo-fibulare che limita l'inversione in flessione dorsale e venne eseguito a soggetto seduto con il ginocchio flesso di 90° e la caviglia in posizione neutra e venne considerato positivo per una differenza superiore di 10° tra le due caviglie. (49;50)

4. **La forza** di flessione plantare e dorsale, inversione ed eversione, misurate ad entrambi gli arti inferiori, alla velocità di 30°/secondo con 5 ripetizioni intervallate da 3 minuti di pausa.

Ogni atleta venne monitorato durante la sua stagione sportiva. Alcuni di questi andarono incontro ad una distorsione di 1°, 2° o 3° grado.

Per quanto riguarda la lassità articolare gli autori non trovarono correlazione con l'incidenza di distorsione di caviglia, in accordo con uno studio di Klemp e Learmouth (53) in cui venne monitorato un gruppo di ballerini per 10 anni e non furono riscontrate differenze nella percentuale di traumatizzati tra i soggetti con ipermobilità e quelli classificati come normali, ma in questo studio il ridotto numero di ballerini con lassità legamentosa (N=11) rese difficile l'analisi statistica.

Non tutti gli studi sono però concordi circa questa mancanza di relazione: Nicholas (52), trovò una correlazione significativa tra lassità legamentosa e rottura dei legamenti del ginocchio.

Per quanto riguarda le varianti anatomiche del piede Baumhauer e collaboratori (47) non trovarono alcuna differenza nell'allineamento anatomico tra il gruppo di soggetti che andarono incontro ad una distorsione ed il gruppo dei soggetti non traumatizzati e neppure tra la caviglia sana e la controlaterale lesa, in accordo con Dahle e collaboratori (54) che nel loro studio classificarono la tipologia di piede in pronato, supinato e neutro e non trovarono correlazione tra il tipo di piede e l'incidenza delle distorsioni, mentre uno studio di Donatelli (55), trattante della biomeccanica del piede e della caviglia, suggerisce che i soggetti con piede varo potrebbero essere predisposti alla distorsione, in quanto non essendo in grado di pronare correttamente il piede ed avendo una ridotta eversione subtalare, avrebbero difficoltà di adattarsi ai cambiamenti della superficie del terreno e per questo motivo la caviglia risulterebbe più vulnerabile ai traumi.

Inoltre Baumhauer e collaboratori (47) trovarono una maggiore mobilità sia in inversione che eversione nei soggetti lesi rispetto ai sani e della caviglia lesa rispetto alla controlaterale.

Altri studi suggeriscono che l'aver subito un trauma distorsivo sia un fattore predisponente a successive distorsioni in quanto verrebbe compromesso il ruolo del complesso legamentoso laterale di stabilizzatore statico della caviglia (48). Lo studio di Baumhauer e collaboratori (47) non supporta tale teoria, ciò potrebbe essere dovuto alla selezione degli atleti: individui con una precedente storia di distorsione di caviglia e quindi con una instabilità cronica vennero esclusi.

Infine gli autori di questo studio non trovarono differenze nel picco medio di forza per tutti i movimenti della caviglia, confrontando il gruppo di soggetti traumatizzati ed i soggetti sani (tabella 3).

TABLE 4  
Analysis Between Injured and Uninjured Groups<sup>a</sup>

Test variables	Group <sup>a</sup>	Mean	SD	Two-tail probability (P value)
<b>Strength</b>				
Dorsiflexion (ft-lbs)	I	24.67	6.28	0.188
	U	22.53	5.89	
Plantar flexion (ft-lbs)	I	70.27	21.25	0.504
	U	66.24	22.12	
Inversion (ft-lbs)	I	20.80	4.93	0.686
	U	21.57	7.19	
Eversion (ft-lbs)	I	20.57	6.38	0.088
	U	18.21	4.86	
<b>Anatomic</b>				
Subtalar inversion (degs)	I	19.63	3.63	0.587
	U	19.08	3.71	
Subtalar eversion (degs)	I	8.70	2.74	0.043 <sup>d</sup>
	U	7.22	2.64	
Dorsiflexion/knee extended (degs)	I	15.63	4.50	0.468
	U	14.74	4.49	
Dorsiflexion/knee flexed (degs)	I	22.00	6.71	0.911
	U	21.84	4.97	
Forefoot (degs)	I	4.20	1.99	0.215
	U	3.53	1.96	
Tibial varus/valgus (degs)	I	2.03	1.93	0.935
	U	2.09	2.54	
Calcaneus varus/valgus (degs)	I	1.67	2.06	0.212
	U	0.86	2.39	
<b>Ratios<sup>c</sup></b>				
Strength DF:PF	I	0.360	0.061	0.877
	U	0.357	0.074	
Strength E:I	I	1.00	0.218	0.044 <sup>d</sup>
	U	0.894	0.193	
Anatomic E:I	I	0.452	0.144	1.00
	U	0.386	0.145	

Tabella 3: I = gruppo traumatizzati (N=15);

U = gruppo sani (N=130);

DP/PF = flessione dorsale/flessione plantare;

E/I = eversione/ inversione.

L'unica statisticamente significativa fu la differenza di forza in flessione plantare tra la caviglia sana e la controlaterale traumatizzata (tabella 4).

La caviglia lesa aveva un più alto picco medio di flessione plantare e poiché il meccanismo di distorsione è dato dall'inversione subtalare e dalla flessione plantare tibiotalare, l'aumento della forza in flessione plantare della caviglia lesa può aumentare il grado di flessione plantare del piede all'appoggio al suolo aumentando il rischio di distorsione.(47) Inoltre il rapporto tra la forza di eversione e quella di inversione era significativamente diverso tra il gruppo di soggetti con caviglia lesa ed il gruppo dei soggetti sani. Nel primo gruppo il rapporto era pari a 1, nel secondo era uguale ad 0.8, questi dati suggeriscono la

presenza di un disequilibrio muscolare in individui che abbiano subito un trauma distorsivo e quindi identificano il rischio di ripetizione del trauma. L'aumento della forza dei muscoli peronei nei soggetti con lesione potrebbe essere un meccanismo adattativo a proteggere la caviglia suscettibile al trauma.

TABLE 5  
Within Subject Analysis of Injured and Uninjured Groups<sup>a</sup>

Test variables	Ankle <sup>b</sup>	Mean	SD	two-tail probability (P value)
<b>Strength</b>				
Dorsiflexion (ft-lbs)	I	24.40	6.67	0.518
	U	24.93	6.27	
Plantar flexion (ft-lbs)	I	72.20	23.33	0.036 <sup>c</sup>
	U	68.33	19.26	
Inversion (ft-lbs)	I	21.13	5.69	0.496
	U	20.47	4.80	
Eversion (ft-lbs)	I	20.67	6.32	0.842
	U	20.47	6.99	
<b>Anatomic</b>				
Subtalar inversion (degs)	I	20.27	4.11	0.034 <sup>c</sup>
	U	19.00	3.40	
Subtalar eversion (degs)	I	8.33	2.44	0.195
	U	9.07	3.45	
Dorsiflexion/knee extended (degs)	I	15.60	4.60	0.894
	U	15.67	4.61	
Dorsiflexion/knee flexed (degs)	I	21.73	6.58	0.301
	U	22.67	6.96	
Forefoot (degs)	I	4.33	2.27	0.674
	U	4.07	2.40	
Tibial varus/valgus (degs)	I	2.47	2.39	0.196
	U	1.60	2.20	
Calcaneus varus/valgus (degs)	I	2.13	2.77	0.204
	U	1.20	2.11	
<b>Ratios<sup>d</sup></b>				
Strength DF:PF	I	0.348	0.061	0.031 <sup>c</sup>
	U	0.373	0.068	
Strength E:I	I	1.00	0.271	0.987
	U	1.00	0.253	
Anatomic E:I	I	0.424	0.131	0.033 <sup>c</sup>
	U	0.479	0.168	

Tabella 4: I = gruppo traumatizzati (N=15);

U = gruppo sani (N=15);

DP/PF = flessione dorsale/flessione plantare;

E/I = eversione/ inversione.

Baumhauer e collaboratori (47) conclusero che la lassità articolare, la lunghezza del piede, l'allineamento anatomico della caviglia e la stabilità legamentosa non sarebbero significativi fattori di rischio per il ripetersi dei traumi alla caviglia mentre registrarono una più alta incidenza di distorsioni tra i soggetti con un disequilibrio di forza muscolare come risultato dal rapporto tra la forza di eversione e quella di inversione (>1) e tra la forza in flessione dorsale e in flessione plantare (<1).

Nel 36% dei pazienti con una storia di distorsioni ripetute si riscontra instabilità funzionale (4), tale condizione include l'alterazione della forza muscolare e della propriocezione, che condurrebbe al ritardo nel tempo di risposta dei muscoli peronei e all'alterazione dell'equilibrio in appoggio monopodalico. (1;2;3)

Freeman e collaboratori (5) in un loro studio ipotizzarono che la distorsione di caviglia causasse un danno ai meccanocettori localizzati nella capsula e nei legamenti e conclusero che la parziale deafferentazione di tali recettori contribuisse all'instabilità funzionale. Gli autori utilizzarono il test di Romberg modificato e riscontrarono una riduzione nell'abilità a mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico sull'arto lesa se comparato con l'arto controlaterale. (10)

Molti autori suggeriscono che tale perdita di input dai meccanocettori causi un'impropria posizione del piede appena prima del momento dell'appoggio al suolo e ciò condurrebbe all'inversione della caviglia. (5;6;7;8;15)

Una volta che il piede ha toccato terra in una posizione potenzialmente distorsiva i muscoli pronatori della caviglia devono essere in grado di reagire rapidamente per prevenire l'eccessiva supinazione. (12)

Quando il piede appoggia in supinazione, il braccio della forza di reazione del terreno rispetto l'articolazione subtalare aumenta e ciò induce un incremento ulteriore della supinazione (Fig.1).

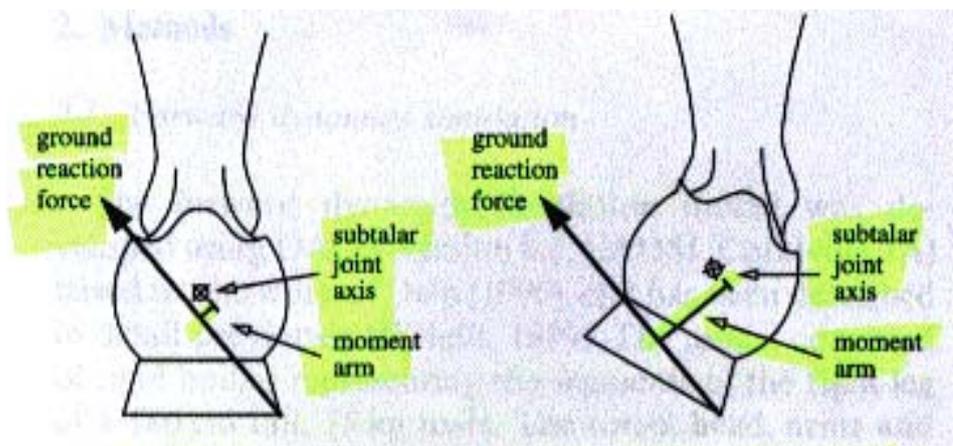


Fig.1: l'immagine mostra il piede e la caviglia al momento dell'appoggio al suolo.

Il braccio di leva della forza di reazione del terreno rispetto all'articolazione subtalare, è minore quando il piede è completamente in appoggio (immagine sinistra), piuttosto che quando è supinato (immagine destra).

Anche quando il piede appoggia in flessione plantare questo braccio di leva aumenta come mostrato nella figura che segue (Fig.2). (13)

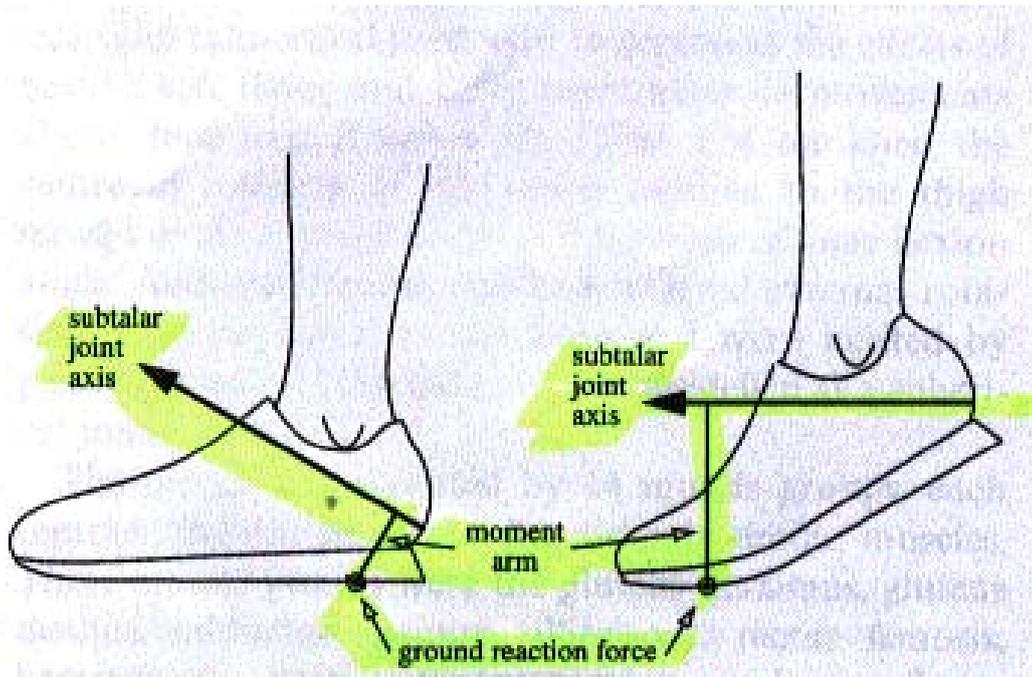


Fig.2: l'immagine mostra il piede e la caviglia al momento dell'appoggio al suolo.

Il braccio di leva della componente orizzontale della forza di reazione del terreno rispetto all'articolazione subtalare, è minore quando il piede appoggia al suolo con il tallone (immagine sinistra), piuttosto che quando è in flessione plantare e appoggia con la punta (immagine destra).

Tale inappropriata posizione del piede è stato ipotizzato essere una delle principali cause di distorsione di caviglia. (14)

Il proposito dello studio di Wright (13) era determinare l'influenza della posizione del piede all'appoggio al suolo e per condurre tale osservazione egli ricorse alla simulazione dinamica al computer per ovviare al limite dello studio in vivo di non poter effettuare un'osservazione diretta del trauma per motivi etici e al limite dello studio in vitro di rendere difficile la simulazione dell'attività muscolare.

Gli autori ipotizzarono che l'aumentata flessione plantare ed inversione al momento del contatto al suolo potessero causare un aumento della suscettibilità alla distorsione in inversione.

Il modello di simulazione consisteva in un corpo rigido composto dai segmenti della gamba destra di un uomo di 75 Kg, alto 180 cm.

Fu simulata la prima fase del passo e registrato l'angolo di supinazione al contatto al suolo al variare dell'angolo iniziale di supinazione e flessione plantare.

Wright rilevò che tale angolo variava di poco all'aumentare dei valori di partenza e che era necessario un ampio angolo di flessione plantare al contatto perché si registrasse un aumento dell'incidenza di distorsioni. Ciò significa che più il piede è flesso plantarmente al momento dell'appoggio, maggiore è l'incidenza di una eccessiva supinazione. Tale risultato è supportato da altri studi presenti in letteratura. (16)

Inoltre all'aumentare della flessione plantare si ha il proporzionale incremento della supinazione e ciò suggerisce che il grado di flessione plantare non influenza solo la suscettibilità alla distorsione, ma anche la gravità del trauma. (13)

Per concludere, in base ai dati tratti dalla letteratura, i fattori di rischio del ripetersi del trauma distorsivo sarebbero il deficit propriocettivo e l'errata posizione del piede al momento dell'appoggio al suolo.

## **IL BENDAGGIO FUNZIONALE.**

La posizione inappropriata del piede all'appoggio al suolo è causa di una aumentata suscettibilità a distorsioni di caviglia e il taping o il bracing dell'articolazione ridurrebbero l'incidenza di tale trauma (13).

Il bendaggio funzionale potrebbe influenzare la posizione del piede, riducendo la tendenza alla flessione plantare, inoltre essendo a diretto contatto con la cute fornirebbe sollecitazioni sensoriali che favorirebbero il riposizionamento attivo della caviglia in risposta agli stimoli propriocettivi.

Tale suggerimento è in accordo con lo studio di Surve (17) secondo cui il bendaggio ridurrebbe la frequenza delle distorsioni, ma in caso di recidive e non di un primo evento poichè una caviglia sana si presume abbia una propriocezione ed un controllo motorio adeguati, dunque è poco probabile che il piede appoggi al suolo in una posizione inappropriata.

Mentre l'effetto del taping sulla percezione del movimento non è ancora stato misurato (18), l'efficacia dell'utilizzo di questa ortesi nel correggere lo scorretto allineamento del piede è stata ben documentata in letteratura.

Il bendaggio funzionale è diventato uno dei principali metodi di prevenzione delle distorsioni di caviglia, ciò è dovuto all'assunzione che un supporto esterno aumenti la stabilità della caviglia supportando l'azione dei legamenti e limitando il movimento.

**Tra gli studi a favore dell'efficacia preventiva del bendaggio o dell'ortesi** uno studio di Tropp del 1985 (11) per cui vennero reclutati 439 calciatori che vennero suddivisi in tre gruppi:

1° gruppo = applicazione dell'ortesi (N=124)

2° gruppo = esecuzione di un programma di esercizi di equilibrio (N=144)

3° gruppo = controllo (N=171).

La percentuale di distorsioni fu maggiore tra coloro che avevano subito precedenti distorsioni e tra chi fece parte del gruppo di controllo. Sia tra i calciatori che utilizzarono l'ortesi che tra coloro che vennero sottoposti al programma riabilitativo, vi fu una riduzione della percentuale di distorsione in rapporto al gruppo di controllo.

Thacker e collaboratori nel 1999 pubblicarono una revisione della letteratura circa l'efficacia di diversi approcci per la prevenzione delle distorsioni di caviglia negli atleti. (21) Effettuarono la ricerca in medline e coinvolsero nella revisione 113 articoli, scelti in base ai valori di evidenza scientifica. Di questi più di 50 testavano l'utilizzo di un bendaggio per contenere l'inversione della caviglia, dimostrando che il taping era in grado di limitare l'inversione, ma riducendo la velocità di tale movimento non permetteva ai muscoli peronei

di contrarsi per prevenire il trauma, inoltre il torque generato dal bendaggio non era sufficiente a contrastare il movimento di inversione e l'azione contenitiva si riduceva con l'esercizio.

Altri 20 studi misuravano l'effetto del taping o del bracing durante la corsa e il salto. Sebbene la maggior parte di questi indicavano che il bendaggio non influenzava negativamente la performance, alcuni riportavano una piccola, ma significativa, riduzione della prestazione.

Thacker e collaboratori (21) conclusero che in base alla letteratura da loro revisionata, gli atleti che subiscono una distorsione di caviglia dovrebbero indossare un'ortesi appropriata per almeno 6 mesi dal trauma, infatti secondo alcuni studi l'effetto benefico persisterebbe sino ad un anno. A questo si dovrebbe associare l'intervento riabilitativo comprendente esercizi propriocettivi e di rinforzo muscolare ed inoltre durante l'attività sportiva l'allenatore dovrebbe prestare attenzione all'affaticamento muscolare del giocatore, che non solo può compromettere la performance, ma sottoporlo ad un alto rischio di trauma. Per decenni il bendaggio funzionale è stato il metodo preventivo di scelta per gli allenatori. I dati degli studi randomizzati indicano che tale intervento può prevenire le distorsioni, ma anche che il bendaggio riduce la sua azione di contenzione dopo i primi 10 minuti di gioco fornendo un ridotto o non misurabile supporto all'inversione della caviglia nei 30 minuti successivi (23;62).

La residua protezione del periodo successivo potrebbe essere fornita dagli input propriocettivi che produrrebbero una più rapida risposta dei muscoli peronei, ma tale effetto non è ancora stato chiarito (21).

Orteza e collaboratori (29) condussero uno studio sull'efficacia dell'ortesi in soggetti con trauma alla caviglia concludendo che gran parte del deficit di equilibrio provocato dalla distorsione fosse compensato dall'utilizzo di tale ausilio.

In un altro studio di Alt e collaboratori (27) si investigò l'effetto di stabilizzazione di diversi tipi di taping prima e dopo esercizio atletico. Al fine di valutare la complessità dell'effetto di stabilizzazione furono analizzate le azioni meccaniche, neuromuscolari e termali del bendaggio durante la simulazione di un trauma e confrontata la funzionalità profilattica di due differenti tape, applicati con due tecniche diverse.

Parteciparono allo studio 12 studenti senza alcuna storia di precedenti distorsioni.

Il bendaggio venne applicato seguendo il metodo classico (long) utilizzando 6,5 metri di tape ed un secondo metodo (short) utilizzando 5 metri di tape.

Ciascun soggetto venne valutato in 5 condizioni diverse:

1. Con bendaggio applicato secondo la tecnica long e con un primo tipo di materiale (Leukotape)
2. Con bendaggio applicato secondo la tecnica long e con un secondo tipo di materiale (Porotape)
3. Con bendaggio applicato secondo la tecnica short e con Leukotape
4. Con bendaggio applicato secondo la tecnica short e con Porotape
5. Senza bendaggio

Per misurare i parametri neuromuscolari e meccanici venne utilizzata una piattaforma inducente un movimento controllato in inversione della caviglia. (Fig.3)

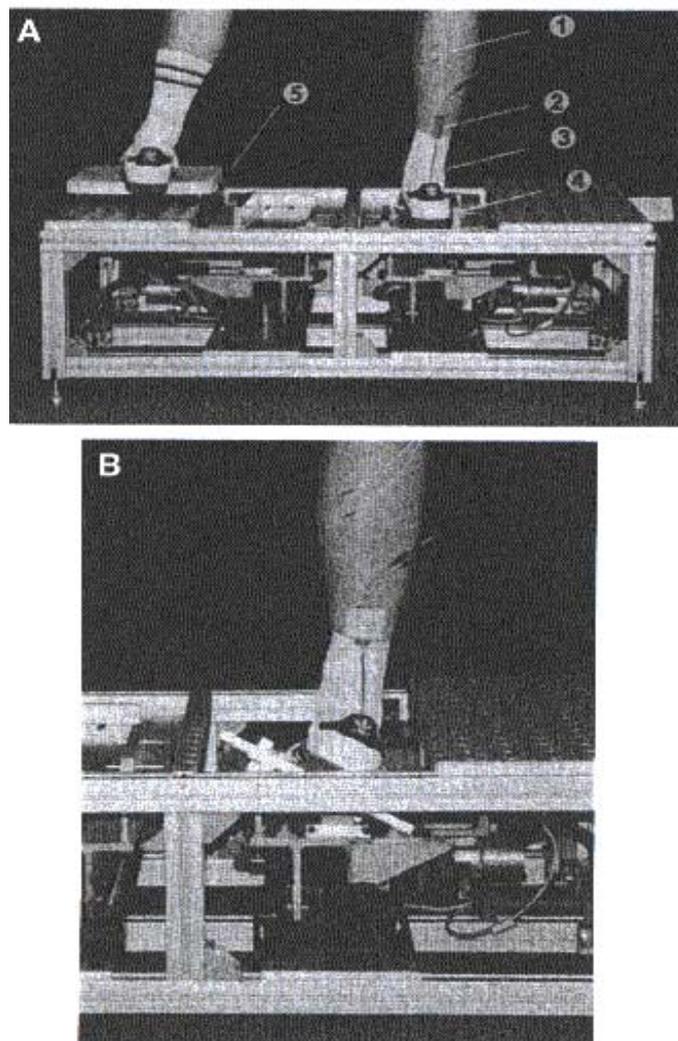


Fig.3: mostra la simulazione del trauma in inversione.

1. elettrodi;
2. elettrogoniometro;
3. bendaggio adesivo;
4. piattaforma oscillante;
5. controllo controlaterale del peso.

Un sistema ottico assicurava che sulla caviglia valutata gravitasse l'80% del peso del corpo. Vennero registrati i movimenti di flessione plantare ed inversione durante la simulazione, ottenendo una descrizione cinematica della caviglia in tre dimensioni. Inoltre venne misurata l'attività elettrica di tibiale anteriore, peroneo lungo, gastrocnemio mediale e vasto mediale e la variazione di temperatura della caviglia prima e dopo gli esercizi.

La procedura consisteva nella simulazione di 5 distorsioni, con un movimento combinato (30° inversione + 15° flessione plantare), seguite dalla misurazione della temperatura e da 5 salti da una piattaforma alta 32 cm, quindi veniva applicato il bendaggio, effettuate altre 5 distorsioni simulate seguite da altri 5 salti. Terminata questa sequenza si continuava con 10 minuti di corsa su treadmill alla velocità di 10Km/h, seguita dalla rilevazione della temperatura, quindi 2 minuti di esercizi di salto ed infine 5 distorsioni simulate.

Dai dati ricavati il taping avrebbe un iniziale effetto meccanico riducendo del 35% l'ampiezza massima di inversione durante la simulazione di una distorsione. Non furono riscontrate differenze tra i materiali utilizzati. Questa osservazione è in accordo con precedenti studi, in cui però il range di movimento venne testato in condizioni di scarico. Alt e collaboratori (27) osservarono inoltre una perdita della funzione contenitiva del tape dopo esercizio se il materiale utilizzato era del tipo Leukotape, mentre lo stesso si verificava con Porotape ma solo se applicato con la tecnica short.

Infine gli autori (27) verificarono un aumento della temperatura di 6° C alla caviglia dopo esercizio, molti autori sono concordi circa l'effetto benefico del riscaldamento della regione poiché aumenterebbe il flusso sanguigno ai muscoli, migliorerebbe l'elasticità dei tendini e la dissociazione dell'ossigeno dall'emoglobina. Questo potrebbe spiegare la residua funzione protettiva del tape dopo esercizio prolungato.

Il taping o il bracing non solo riducono l'inversione ma anche la velocità a cui questa incorre, permettendo ai muscoli pronatori di attivarsi in tempo: normalmente il tempo che intercorre tra il movimento in inversione e la prima attivazione elettromiografica dei muscoli pronatori è di 65 ms, quando i legamenti sono già sotto tensione, nei soggetti con instabilità cronica i muscoli si attiverrebbero con un maggiore ritardo incrementando il rischio di distorsione.

Il proposito dello studio di Guskiewicz e Perrin (28) era determinare se per i soggetti con distorsione acuta di caviglia si registrasse una maggiore oscillazione posturale rispetto ai soggetti sani e se l'utilizzo di un'ortesi potesse ridurre tale segno.

Gli autori reclutarono 13 soggetti con distorsione in fase acuta ma senza dolore al movimento e 12 soggetti sani. Venne utilizzata un'ortesi rigida che bloccava l'articolazione

subtalare in posizione neutra e venne quindi misurata l'oscillazione durante l'appoggio monopodalico su una piattaforma. Dai dati ottenuti l'oscillazione posturale si ridurrebbe significativamente con l'utilizzo dell'ortesi. Tale risultato suggerì che l'ortesi fornirebbe un supporto strutturale mediale e laterale al piede, prevenendo l'eccessivo movimento subtalare e talocrurale, inoltre manterrebbe i legamenti dell'articolazione talocrurale in una posizione più ottimale per permettere ai meccanocefftori di rispondere alle perturbazioni oscillatorie, infine fornirebbe stimolazioni tattili incrementando il feedback somatosensoriale necessario per il controllo dell'equilibrio.

I 25 soggetti dello studio di Guskiewicz e Perrin (28) continuarono ad utilizzare l'ortesi durante le loro attività, a 10 mesi nessuno tra coloro che avevano subito precedenti distorsioni era incorso in un nuovo trauma.

Gli autori conclusero che l'uso di tale presidio è soprattutto utile nelle fasi acute del trauma migliorando l'allineamento delle articolazioni subtalare e talocrurale con una concomitante riduzione dello stress dei legamenti coinvolti, inoltre i soggetti riferirono un soggettivo miglioramento della stabilità durante l'esecuzione del test di equilibrio con l'utilizzo dell'ortesi.. Infine l'uso di tale ausilio potrebbe facilitare la fase di recupero e di ripresa delle attività a rischio di distorsione, in accordo anche con i risultati dello studio di Orteza e collaboratori (29).

Il proposito dello studio di Lohrer e collaboratori (31) era di investigare le conseguenze dell'utilizzo del taping e dell'esercizio atletico sulla stabilità funzionale della caviglia.

A tale scopo furono reclutati 40 volontari sani, assegnati in modo randomizzato ad uno dei due gruppi di studio. Il gruppo 1 era testato con tape del tipo Leukotape, il gruppo 2 con 3M-tape.

Ogni soggetto venne valutato per il range di movimento attivo in flessione plantare e dorsale, in inversione ed eversione.

Utilizzando una piattaforma venne simulata l'inversione della caviglia destra, su cui gravitava il 90% del peso corporeo. (Fig.4)

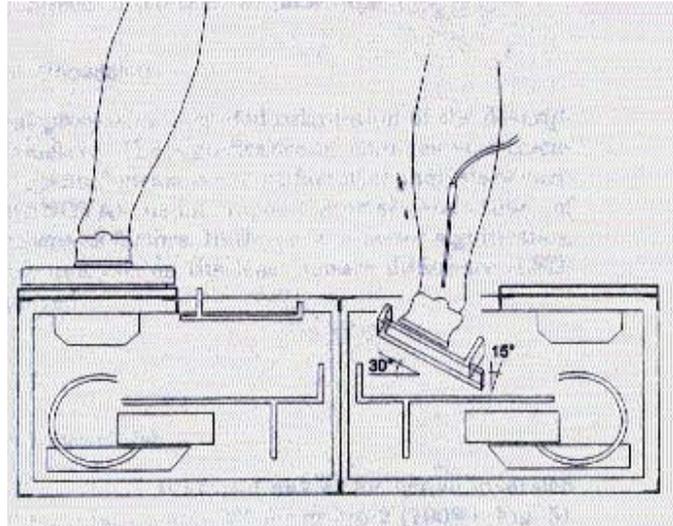


Fig.4: l'immagine mostra la simulazione del trauma in inversione.

Contemporaneamente si misurò l'attività elettromiografica dei muscoli tibiale anteriore, peroneo lungo, gastrocnemio mediale e vasto mediale.

Il procedimento comprendeva 5 simulazioni in inversione seguite da 10 minuti di corsa su treadmill a 10 Km/h e 2 minuti di salti su superfici inclinate di 15°. (Fig.5)

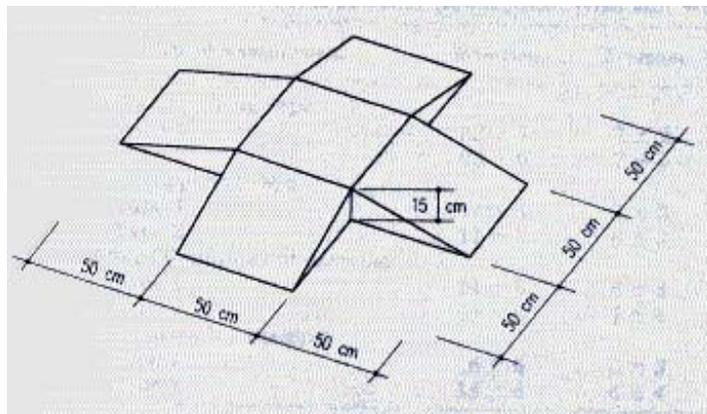


Fig.5: piattaforma utilizzata per gli esercizi con bendaggio.

La fase di esercizio fu poi seguita da altre 5 distorsioni simulate. Dopo 24 ore gli elettrodi vennero nuovamente applicati e si procedette allo stesso modo. Venne quindi tolto il bendaggio ed effettuate le stesse misurazioni durante le distorsioni simulate e l'esercizio. La iniziale restrizione di movimento in inversione dimostrò che la tecnica di bendaggio utilizzata era in grado di ottenere la limitazione funzionale necessaria, specialmente nella componente in inversione. Dopo soli 20 minuti di esercizio si registrò una perdita della

restrizione indotta dal bendaggio, mentre dopo 24 ore dall'applicazione del tape, si dimostrò un recupero della funzione contenitrice del bendaggio.

Lohrer e collaboratori (31) ipotizzarono che la riduzione dell'azione del bendaggio dopo 20 minuti di esercizio potesse essere causata dall'affaticamento e dalla riduzione della funzione meccanica dello stesso, mentre il recupero della stessa funzione dopo 24 ore potesse essere spiegata dalla rigenerazione neuromuscolare. Tale studio conferma che il taping alla caviglia è un modo efficace per proteggere l'articolazione da un possibile trauma. Tale protezione è anche attribuibile alla riduzione della velocità di tilt angolare, che permette ai riflessi muscolari di entrare in azione in tempo per proteggere l'articolazione. Poiché il bendaggio è dispendioso e la tecnica difficile da imparare, Tropp e collaboratori (11) vollero valutare con il loro studio l'efficacia di un supporto semirigido alternativo al bendaggio ed associato ad un training riabilitativo per ridurre l'incidenza di distorsioni nei calciatori. Vennero a tal fine reclutate 25 squadre di calciatori, che furono suddivise in 3 gruppi:

gruppo 1 di controllo =7 squadre

gruppo 2 con ortesi (Fig.6) =10 squadre

gruppo 3 partecipante ad un programma riabilitativo comprendente esercizi di equilibrio eseguiti su una piattaforma circolare a sostegno emisferico (Fig.7) = 8 squadre.

L'esercizio eseguito dai soggetti del gruppo 3 consisteva nel mantenere l'equilibrio sulla piattaforma, in appoggio monopodalico e ad arti superiori incrociati al petto, per 10 minuti al giorno per 5 volte alla settimana per le prime 10 settimane e poi per 5 minuti al giorno tre volte alla settimana.

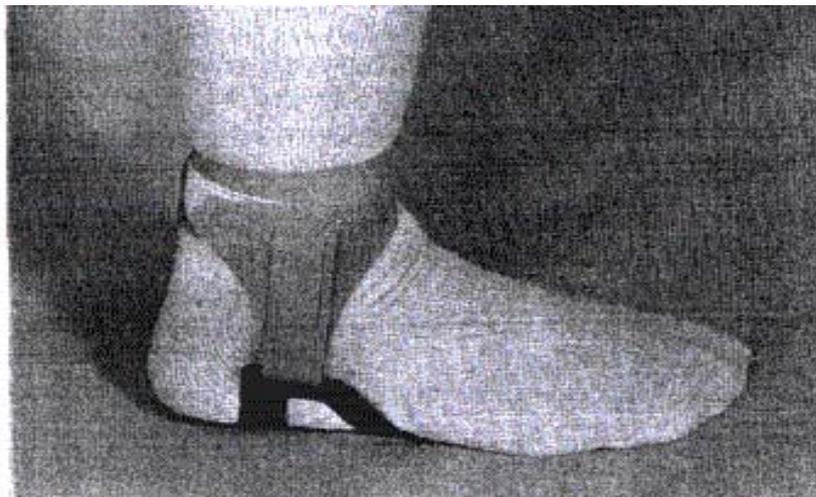


Fig.6: ortesi.

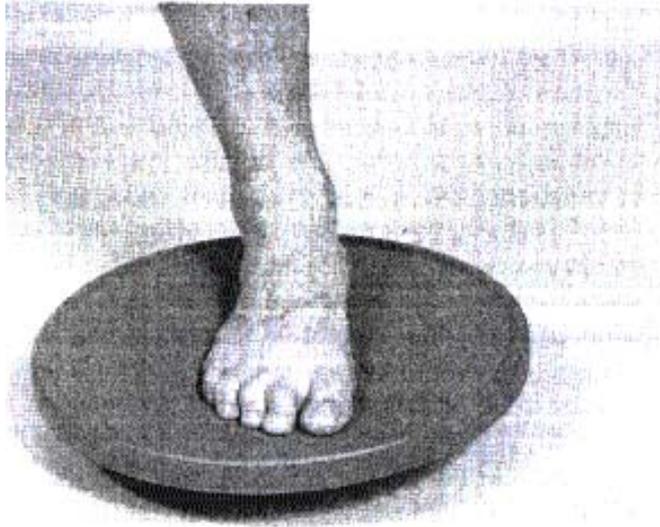


Fig.7: tavola oscillante su superficie sferica.

Come misura di valutazione vennero utilizzati i valori stabilometrici.

Dai risultati Tropp e collaboratori (11) conclusero che il training riabilitativo migliora i valori stabilometrici, riduce i sintomi e l'incidenza delle distorsioni di caviglia.

Nei giocatori con una storia di distorsioni di caviglia il training propriocettivo ridurrebbe l'instabilità funzionale dovuta all'atrofia muscolare e all'alterato controllo posturale. Inoltre secondo questi autori l'ortesi sarebbe un ausilio adatto ed efficace da utilizzare durante il periodo di riabilitazione, prima che l'esercizio abbia ottenuto il suo effetto profilattico.

Greene in un suo studio dimostrò che un'ortesi semirigida limita il movimento più di un bendaggio sia durante che dopo l'esercizio risultando più efficace ai fini della prevenzione del trauma. (63)

**In letteratura vi sono anche diversi studi contrari all'efficacia del bendaggio o dell'ortesi**, tra questi lo studio di Refshauge e collaboratori (18) che si proposero di determinare se il movimento di flessione plantare e dorsale fosse compromesso nei soggetti con distorsioni ricorrenti e se la propriocezione, misurata nel corso dei movimenti sul piano sagittale, fosse migliorata dall'utilizzo di un bendaggio.

A tale scopo vennero reclutati 43 soggetti tra i 18 ed 41 anni, 25 dei quali avevano subito ricorrenti traumi in inversione, ma non nelle tre settimane precedenti lo studio, poiché il dolore e l'infiammazione avrebbero potuto distorcere i risultati.

I 18 soggetti sani entrarono a far parte del gruppo di controllo.

I soggetti vennero fatti sedere con il ginocchio flesso a 60° ed il piede appoggiato su una piattaforma oscillante sul piano sagittale ed il cui asse di rotazione era allineato con l'asse di rotazione della caviglia. Il movimento era ristretto alla caviglia. (Fig.8)

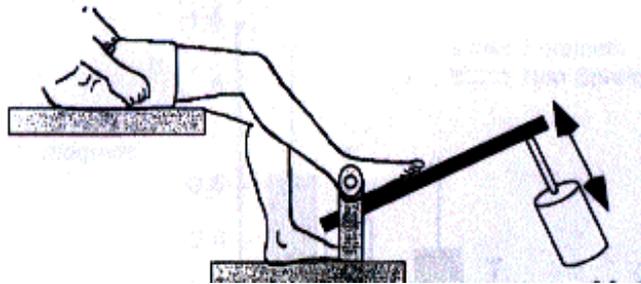


Fig.8: Piattaforma per la valutazione dell'abilità propriocettiva in flessione dorsale e plantare.

La piattaforma si muoveva in flessione plantare o dorsale per pochi gradi, ogni posizione era mantenuta per 3 secondi prima di tornare a quella iniziale, e tra un movimento e l'altro si intervallavano pause tra i 2 ed i 10 secondi. Il test veniva eseguito a tre velocità: 0.1, 0.5, 2.5° /secondo.

Refshauge e collaboratori per tutte e tre le velocità non registrarono alcuna differenza significativa nell'abilità di percezione del movimento tra i soggetti con distorsione di caviglia ed il gruppo di controllo, mentre vennero riscontrate delle differenze nell'esecuzione del test di Romberg. I risultati suggerirono l'assenza di deficit propriocettivi all'esecuzione dei movimenti sul piano sagittale e le differenze al test di Romberg vennero interpretate dagli autori ipotizzando dei problemi di percezione del movimento sul piano frontale o un ridotto tempo di reazione dei muscoli peronei. (9;19)

McCloskey (20) in un suo studio afferma che le strutture probabilmente lesionate dalla distorsione in inversione sono quelle che resistono all'inversione più che alla flessione plantare, quali i legamenti laterali ed i muscoli peronei e tale danno causerebbe una compromissione della propriocezione sul piano frontale in modo specifico.

L'altro obiettivo dello studio di Refshauge e collaboratori (18) era quello di valutare se il taping migliorasse l'abilità propriocettiva. A tal proposito era stato ipotizzato che il bendaggio stimolando le afferenze cutanee generasse una facilitazione a livello spinale o a livelli più alti, ma non si osservò alcun effetto e gli autori ipotizzarono potesse essere dovuto al fatto che il taping limitava il movimento di inversione e non i movimenti di flessione dorsale e plantare.

Il deficit propriocettivo è considerato una causa delle continue distorsioni e quindi il training propriocettivo è raccomandato dalla maggior parte dei fisioterapisti sportivi e degli ortopedici, però Refshauge e collaboratori non trovarono deficit propriocettivi in flessione plantare e dorsale di caviglie traumatizzate, e neppure che il taping migliori l'abilità propriocettiva in tali movimenti.

In una revisione della letteratura condotta da Reisberg e collaboratori nel 1993 sull'uso profilattico del bracing si commenta della povertà di evidenza scientifica per poter raccomandare l'uso di questo ausilio (26), anche se questa stessa revisione presenta molte carenze metodologiche (21).

Per concludere, la maggior parte degli studi consultati dimostra l'utilità dell'ortesi nella prevenzione della distorsione sino ad un anno dal trauma, i pochi studi contrari presentano delle carenze metodologiche.

## **IL TRAINING PROPRIOCETTIVO.**

Il protocollo riabilitativo delle distorsioni di caviglia in genere comprende il rinforzo muscolare, non considerando la più comune causa di instabilità funzionale: il deficit propriocettivo (37).

La compromissione della sensibilità propriocettiva porta al rallentamento del tempo di reazione dei muscoli peronei e alla difficoltà di equilibrio in appoggio monopodalico.

Il training propriocettivo dovrebbe essere un elemento cardine dell'intervento riabilitativo, ma i risultati degli studi sono discordanti circa la sua efficacia.

**Tra gli studi a favore dell'efficacia del training propriocettivo** quello di Eils e Rosenbaum (36) condotto su 30 soggetti con instabilità cronica di caviglia, che:

- avessero subito traumi ripetuti in inversione
- riferissero una sensazione soggettiva di instabilità
- non avessero dolore

20 di questi entrarono a far parte del gruppo di studio e parteciparono ad un programma di esercizi fisioterapici per 6 settimane, i restanti 10 fecero parte del gruppo di controllo e parteciparono solo ai test valutativi che precedettero e seguirono le 6 settimane.

I test valutativi erano sul:

1. senso di posizione articolare: soggetto seduto con il piede su una piattaforma orizzontale (Fig.9).

La valutazione veniva condotta ad occhi chiusi. La piattaforma si muoveva portando il piede in una delle 4 posizioni testate ( 10°, 20° di dorsiflessione, 15° e 30° di flessione plantare), in cui si fermava per 2 secondi, quindi ritornava nella posizione iniziale e poi muoveva ancora verso la posizione testata fino a quando il paziente indicava di sentire di aver raggiunto la stessa. L'angolazione veniva scelta in modo randomizzato e ogni angolo testato 6 volte.

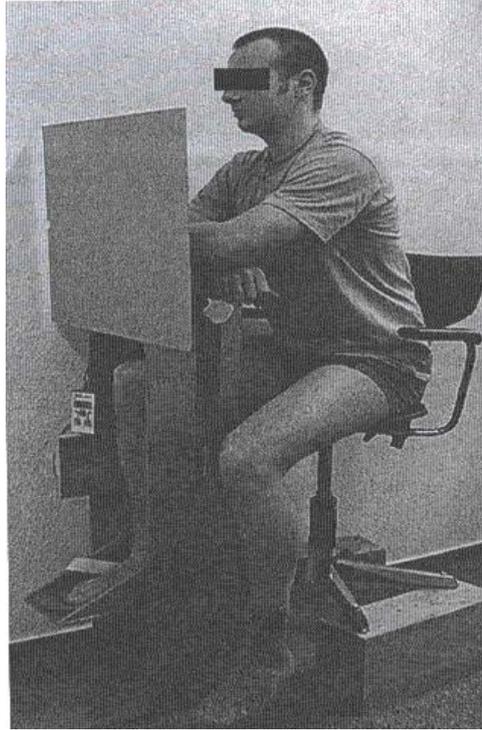


Fig.9: valutazione del senso di posizione

2. Oscillazione posturale. Fu utilizzata una piattaforma di forza e venne data indicazione di mantenere il contatto tra le gambe e di fissare un punto della parete frontale (Fig.10). Venne analizzata l'oscillazione del centro di gravità in appoggio monopodalico per entrambi gli arti.

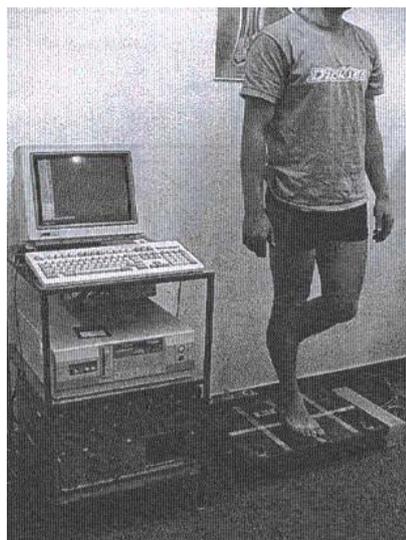


Fig.10: misurazione dell'oscillazione posturale  
In appoggio monopodalico.

3. Tempi di reazione muscolare. Venne utilizzata una piattaforma inclinante di 30° sul piano frontale per simulare la distorsione di caviglia (Fig.11). Il soggetto era in piedi con il peso del corpo spostato verso la caviglia da testare. Gli elettrodi vennero posti sui muscoli tibiale anteriore, peroneo lungo e peroneo breve. L'intervallo di tempo tra l'inversione di caviglia e la prima risposta elettromiografica fu definito come tempo di reazione muscolare.

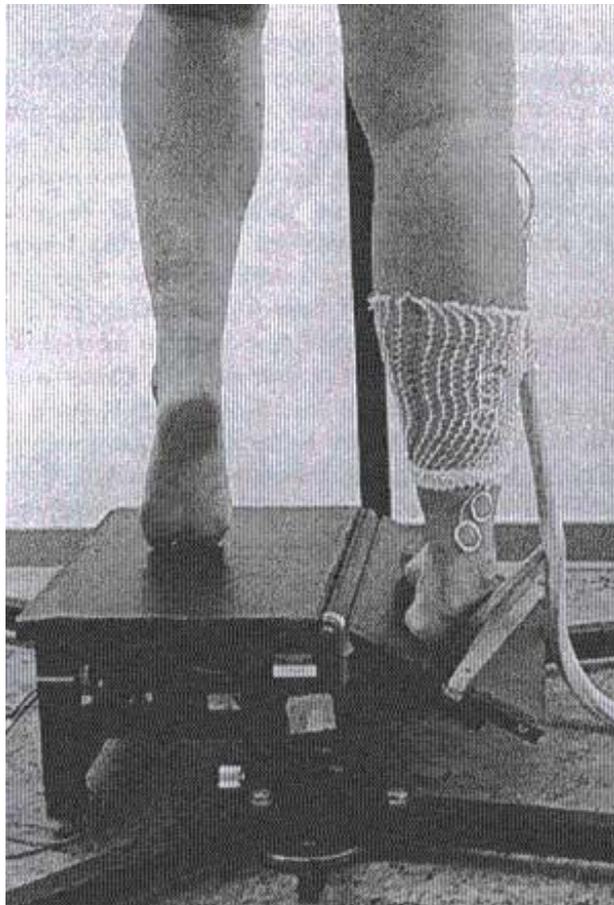


Fig.11: misurazione del tempo di reazione muscolare durante la simulazione di un trauma in inversione.

Il programma fisioterapico comprendeva 12 esercizi (Fig. 12).

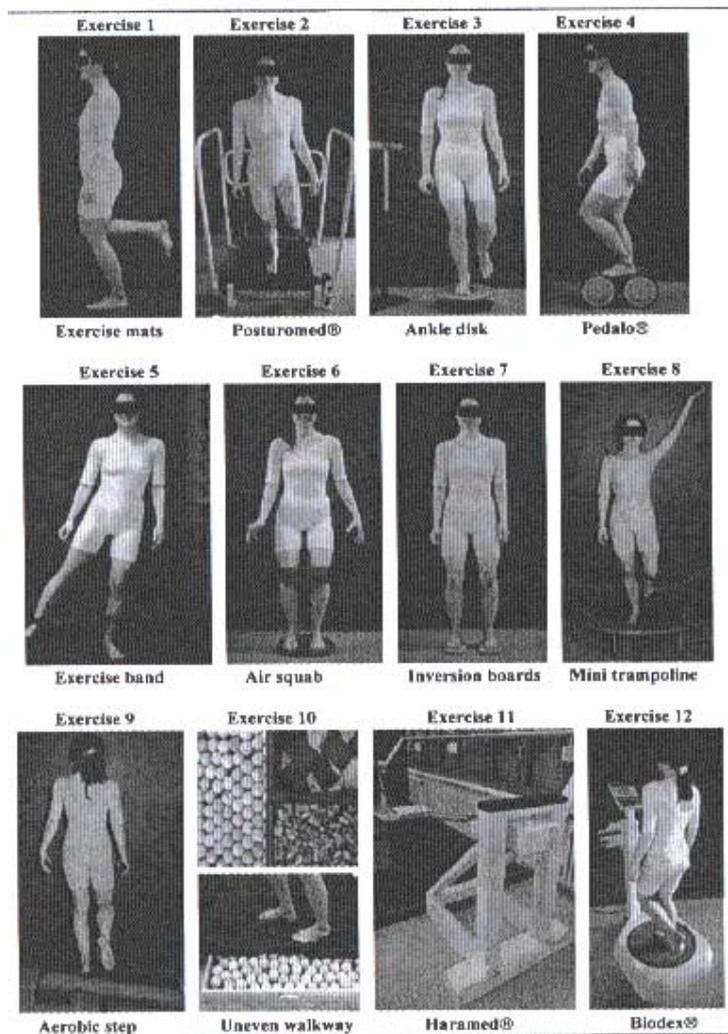


Fig.12: Programma di esercizi propriocettivi:

1. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico su superfici diverse.
2. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico su una piattaforma mobile.
3. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico su una piattaforma oscillante.
4. Spostarsi in direzioni diverse con un pedalò.
5. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico abducendo l'arto controlaterale contro la resistenza di un elastico.
6. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico e bipodalico su una piattaforma oscillante sul piano sagittale.
7. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico e bipodalico su una piattaforma oscillante sul piano frontale.
8. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico su un trampolino.
9. Mantenere l'equilibrio in appoggio monopodalico anteriore su uno step.
10. Camminare su superfici diverse.
11. Mantenere l'equilibrio su una piattaforma che si muove orizzontalmente e verticalmente.
12. Mantenere l'equilibrio su una piattaforma il cui movimento è determinato da un computer.

Il protocollo comprendeva 5 minuti di riscaldamento, seguiti da 20 minuti di esercizio. Ogni esercizio era eseguito bilateralmente per 45 secondi per gamba, seguito da 30 secondi di pausa e da una seconda ripetizione. L'intensità era aumentata ogni 2 settimane. La frequenza di allenamento era di una volta alla settimana.

Al termine del periodo di allenamento i soggetti che parteciparono allo studio riferirono un soggettivo miglioramento della stabilità ed inoltre gli autori registrarono una riduzione della frequenza di distorsioni.

In particolare al test del senso di posizione articolare il gruppo sperimentale ottenne dei significativi miglioramenti dopo il periodo di training, in modo particolare a 15° e 30° di flessione plantare, mentre non si registrarono miglioramenti per il gruppo di controllo.

Al test di oscillazione posturale il gruppo sperimentale ottenne un miglioramento di tutti i parametri, in accordo con i risultati dello studio di Hoffmann e Payne (37) e di Gauffin e collaboratori (35), in cui i soggetti del gruppo di studio seguirono un programma di esercizi su tavola oscillante per 3/5 volte alla settimana per 10 settimane e al termine ottennero una riduzione significativa dell'oscillazione posturale sia in direzione medio-laterale che antero-posteriore.

In particolare Eils e Rosenbaum (36) registrarono per i soggetti del gruppo sperimentale una riduzione dell'oscillazione nella direzione medio-laterale. Secondo gli autori questo potrebbe essere spiegato dalla posizione del soggetto durante l'esercizio: piede in rotazione esterna, ginocchio flesso di pochi gradi, rotula in linea all'articolazione metatarso - falangea in appoggio monopodalico, in questo modo i soggetti controllarono la forza di oscillazione soprattutto a livello dell'articolazione subtalare, a carico della quale avviene soprattutto il movimento in direzione laterale.

Per quanto riguarda il tempo di reazione muscolare, Eils e Rosenbaum (36) confrontando i valori ricavati prima e dopo il training osservarono un miglioramento significativo del tempo di reazione dei muscoli peroneo lungo e breve e nel 65% dei casi una riduzione del tempo di coattivazione dei muscoli peroneo lungo e tibiale anteriore.

Gli autori conclusero che in base ai risultati del loro studio un programma riabilitativo costituito da esercizi propriocettivi dovrebbe essere raccomandato ed inoltre il programma di esercizi da loro proposto permise di ottenere dei risultati se eseguito ad una frequenza di una sola volta alla settimana, il che ne permetterebbe l'inserimento in un qualsiasi training.

Hoffman e Payne (37) condussero uno studio sull'efficacia dell' esercizio propriocettivo e a tale scopo reclutarono 36 soggetti sani che vennero assegnati in modo randomizzato al gruppo di controllo e al gruppo sperimentale.

I soggetti assegnati al gruppo sperimentale dovevano eseguire l'esercizio di mantenere l'equilibrio su una piattaforma oscillante in tutte le direzioni, per 10 minuti al giorno, 3 volte alla settimana, per 10 settimane.

Ogni soggetto venne valutato prima e dopo il training utilizzando la piattaforma di Kistler e ricavandone i valori stabilometrici.

In questo studio gli effetti del training vennero investigati su una popolazione sana e, in accordo con studi precedenti sul training propriocettivo (9;10), ne risultò una riduzione significativa dell'oscillazione posturale, ma variabili quali il sesso, l'età, l'altezza e il peso non furono prese in considerazione e ciò rappresenterebbe un limite poiché sia l'altezza che il peso influenzano direttamente la posizione del centro di gravità del soggetto, da cui dipende l'abilità di controllare l'oscillazione posturale.

Il proposito dello studio di Osborne e collaboratori (41) era determinare se il training propriocettivo fosse in grado di migliorare i tempi di risposta muscolare in soggetti con instabilità cronica.

A tal fine vennero reclutati 10 soggetti che rispettassero i seguenti criteri:

- avessero subito l'ultima distorsione tra i 6 ed i 18 mesi precedenti lo studio
- non fossero stati riabilitati
- non avessero dolore
- non presentassero anomalie al test di Romberg
- non avessero deficit muscolari
- il test del cassetto anteriore fosse negativo

Venne valutata la risposta muscolare di tibiale anteriore e posteriore, peroneo lungo e flessore lungo delle dita utilizzando una piattaforma che simulasse la distorsione di caviglia producendo un'inversione di 20°. Il soggetto era posto in piedi con l'80% del peso corporeo gravitante sulla caviglia testata (Fig.13) e di fronte era posizionato un monitor di computer che mostrava il segnale elettromiografico in modo da fornirgli un feedback visivo. La stessa procedura venne seguita per l'arto controlaterale che venne utilizzato come controllo.

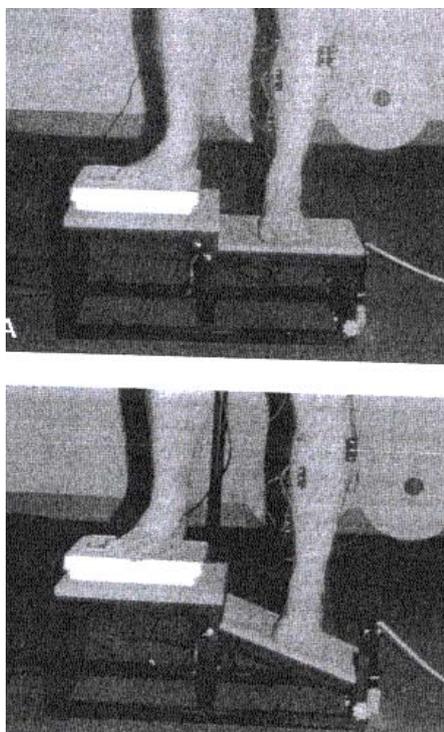


Fig.13: simulazione della distorsione di caviglia.

Il training riabilitativo consisteva del solo esercizio di equilibrio su una piattaforma di 45 cm di diametro, oscillante su un'emisfera di 7,5 cm di diametro. La frequenza doveva essere giornaliera, per 15 minuti al giorno, per 8 settimane.

Dopo 8 settimane venne registrata una riduzione significativa del tempo di reazione del muscolo tibiale anteriore di entrambi gli arti, tale risultato suggerirebbe un possibile effetto incrociato del training propriocettivo e secondo gli autori se tale fosse dimostrato i protocolli riabilitativi dovrebbero includere un precoce training propriocettivo della caviglia controlaterale a quella lesa nel caso in cui una grave distorsione precluda la possibilità dell'allenamento del lato colpito. (41)

In accordo con Osborne e collaboratori (41) Sheth e collaboratori (38) dimostrarono che il training su tavola oscillante influenza il tempo di reazione di alcuni muscoli durante un'inversione simulata.

Fremman e Whyke (40) ipotizzarono che l'instabilità funzionale della caviglia fosse dovuta all'incoordinazione motoria risultante dalla deafferentazione dovuta al danno dei meccanocettori durante il trauma, inoltre ipotizzarono che il training propriocettivo su

tavola oscillante potesse rinforzare i muscoli e stimolare i recettori articolari migliorando la propriocezione. Tale ipotesi è stata confermata in seguito da uno studio dello stesso Freeman (5), che osservò una riduzione dei sintomi di instabilità funzionale e dell'incidenza di distorsioni ripetute a seguito di un training di esercizi di equilibrio, in accordo con i risultati di uno studio di Tropp (11) e di un altro di Docherty e collaboratori (45) condotto su 20 soggetti con instabilità funzionale unilaterale sottoposti ad un training di rinforzo muscolare di 6 settimane, che dimostrò un miglioramento non solo della forza muscolare, ma anche del senso di posizione.

Javed e collaboratori (39) in un loro studio condotto su pazienti con instabilità cronica registrarono una riduzione significativa del tempo di reazione muscolare dopo 6 settimane di esercizi su piattaforma oscillante, ma gli autori non riportarono nulla circa la durata, l'intensità e la frequenza dell'allenamento.

Ekstrand e collaboratori condussero uno studio su 12 squadre di calciatori (24). I giocatori che avevano subito una distorsione parteciparono ad un training riabilitativo che ridusse significativamente la percentuale di distorsione, in accordo con i risultati di uno studio di Bahr e collaboratori (25) condotto su pallavolisti

**In letteratura si trovano alcuni studi contrari all'efficacia del training propriocettivo e tra questi lo studio di Kaminski e collaboratori (42) per cui vennero reclutati 38 soggetti di età media 21 anni, fisicamente attivi e senza un'instabilità meccanica, che vennero assegnati in modo randomizzato ad uno dei 4 gruppi di trattamento:**

1. Gruppo di rinforzo muscolare (S)
2. Gruppo di training propriocettivo (P)
3. Gruppo di rinforzo muscolare + training propriocettivo (B)
4. Gruppo di controllo (C)

Il gruppo S eseguiva esercizi in flessione plantare, flessione dorsale, inversione ed eversione utilizzando gli elastici Thera-Band. Gli esercizi dovevano essere eseguiti in posizione seduta a terra, con il ginocchio esteso e l'elastico legato ad un chiodo al muro. Gli elastici utilizzati e quindi la resistenza cambiava durante il periodo di training secondo la tabella 5 sotto riportata.

Il gruppo P eseguiva esercizi "T-band kicks" ossia movimenti oscillatori brevi e rapidi utilizzando gli elastici "Thera-Band". L'esercizio doveva essere eseguito in piedi con l'elastico legato all'arto sano che eseguiva movimenti oscillatori stando in equilibrio sul piede lesa. Ai soggetti venne chiesto di eseguire 2 ripetizioni di 25 movimenti nelle 4

direzioni di movimento dell'anca ( flessione, estensione, abduzione ed adduzione). Quando fossero in grado di completare le due sessioni di 25 ripetizioni in ciascuna direzione senza perdere l'equilibrio o toccare con il piede il suolo, potevano procedere utilizzando un elastico di maggiore resistenza. Tutti cominciarono utilizzando il Thera-Band rosso.

Il gruppo B eseguiva una combinazione di entrambi i protocolli precedenti.

Il gruppo C non partecipava ad alcun allenamento.

Gli esercizi dovevano essere eseguiti per 3 volte alla settimana per 6 settimane ed il solo arto allenato doveva essere quello leso.

Week	Colour	Sets	Repeats
1	Red	3	10
2	Red	4	10
3	Green	3	10
4	Green	4	10
5	Blue	3	10
6	Blue	4	10

Tab.5: protocollo di rinforzo muscolare.

Dai risultati ottenuti gli autori conclusero che 6 settimane di training non influenzano in modo significativo la forza e la sensibilità propriocettiva dei soggetti con instabilità funzionale unilaterale (42). Questo risultato potrebbero essere spiegato in parte dalla specificità dell'esercizio, o meglio i soggetti eseguirono gli esercizi di rinforzo seduti al suolo, mentre la valutazione fu poi condotta a soggetto seduto su una macchina isocinetica.

Sheth e collaboratori (38) da un loro studio condotto su soggetti sani non ottennero variazioni per quanto riguarda il tempo di reazione muscolare dei muscoli peronei dopo 8 settimane di training su una piattaforma oscillante.

Bernier e Perrin (4) misurarono il senso di posizione passivo e attivo in inversione ed eversione prima e dopo un programma di esercizi di 6 settimane e non trovarono significativi miglioramenti.

Baker e collaboratori (44) esaminarono l'efficacia di un training di esercizi T-band kicks per 6 settimane sull'oscillazione posturale e conclusero che tali esercizi non migliorano in modo significativo la stabilità e che avrebbe potuto essere necessario un allenamento di maggiore intensità per verificarne dei risultati.

## **CONCLUSIONI.**

L'instabilità cronica sarebbe conseguenza dell'alterazione di fattori neurali quali propriocezione e tempo di reazione muscolare, fattori muscolari come forza, potenza e resistenza ed infine fattori meccanici come la lassità legamentosa. (57)

In particolare la lesione dei propriocettori presenti nella capsula articolare, nei tendini, nei legamenti, nei muscoli e nelle fasce produce un deficit sensitivo durante il movimento, che predispone al rischio di trauma.

La maggior parte degli studi, come mostrato nella tabella 6 che segue, sono concordi nel sostenere che sia il bendaggio funzionale che l'ortesi aumentano la stabilità meccanica e migliorano il feedback propriocettivo, ma tra i due sarebbe da preferire l'ortesi poiché è meno costosa e più semplice da indossare. Secondo questi autori inoltre l'ortesi avrebbe un effetto benefico sino ad un anno dal trauma, quindi dovrebbe essere indossata sia nelle fasi acute che in seguito durante l'esercizio, fino al recupero completo della propriocezione. (11; 21; 27; 28; 29; 31; 63)

AUTORI	RISULTATI	NUMERO e TIPOLOGI A di SOGGETTI	TIPO di INTERVENTO	TIPO DI VALUTAZIONE
Tropp H et al. (11)	L'ortesi è efficace se associata ad un training riabilitativo	25 squadre di calciatori	esercizi di equilibrio eseguiti su una piattaforma circolare a sostegno emisferico, con ortesi alla caviglia testata	Valori stabilometrici in appoggio monopodalico
Thacker SB et al. (21)	<p>il taping limita la velocità di inversione non permettendo ai muscoli peronei di contrarsi per prevenire il trauma, inoltre il torque generato dal bendaggio non è sufficiente a contrastare il movimento di inversione e l'azione contenitiva si riduce con l'esercizio.</p> <p>Alcuni studi riportano una piccola, ma significativa, riduzione della prestazione.</p>	Revisione di 113 articoli della letteratura		
Alt W et al. (27)	<p>Il taping riduce del 35% l'ampiezza massima di inversione durante la simulazione di una distorsione.</p> <p>Dopo esercizio si ha:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• riduzione significativa degli effetti meccanici</li> <li>• aumento della temperatura della caviglia di 6° C</li> </ul>	12 soggetti sani	Applicazione di due tipi di taping con due tecniche diverse durante l'esercizio atletico (corsa su treadmill a 10 Km/h e 2 minuti di salto)	attività elettrica di tibiale anteriore, peroneo lungo, gastrocnemio mediale e vasto mediale durante la simulazione del trauma e variazione di temperatura della caviglia prima e dopo esercizio.

<b>AUTORI</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>NUMERO e TIPOLOGI A di SOGGETTI</b>	<b>TIPO di INTERVENTO</b>	<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>
Guskiewicz K et al. (28)	L'ortesi fornisce stabilità alla caviglia facilitando il recupero e la ripresa delle attività a rischio di distorsione.	13 soggetti con distorsione in fase acuta ma senza dolore al movimento e 12 soggetti sani	Utilizzo di un'ortesi rigida per 10 mesi	Valori stabilometrici in appoggio monopodalico e misura dell'incidenza di distorsione nei 10 mesi di osservazione
Lohrer H et al. (31)	Il bendaggio migliora la propriocezione, ma la sua funzione si riduce dopo 20 minuti di esercizio. Il miglioramento dopo 24 ore può essere interpretato quale rigenerazione neuromuscolare.	40 soggetti sani	Applicazione di due tipi di taping durante i test e l'esercizio (corsa su treadmill a 10 Km/h e 2 minuti di salto da superfici inclinate di 15°)	simulazione della distorsione misurando l'attività di tibiale anteriore, peroneo lungo, gastrocnemio mediale e vasto mediale.
Refshauge KM et al. (18)	il taping non migliora l'abilità propriocettiva in flessione plantare e dorsale	43 soggetti tra i 18 ed 41 anni, 25 dei quali avevano ricorrenti traumi in inversione, ma non nelle tre settimane precedenti.	l'applicazione di un taping alla caviglia lesa durante l'esecuzione dei test	Test di Romberg e valutazione dell'abilità propriocettiva a vari gradi di flessione plantare e dorsale

Tab.6: elenco e descrizione articoli sull'efficacia del bendaggio funzionale e dell'ortesi.

L'intervento riabilitativo si concentra spesso sul rinforzo muscolare ma tale approccio alla riabilitazione della caviglia non è stato provato ridurre l'incidenza del ripetersi delle distorsioni, invece la maggior parte degli autori sono concordi sull'importanza dell'esercizio propriocettivo, pur conoscendo poco circa i meccanismi attraverso cui il training induca effetti benefici. (5; 11; 24; 25; 36; 37; 38; 39; 41; 45)

Negli studi considerati il training propriocettivo consiste in esercizi di equilibrio su tavola oscillante ossia su una piccola piattaforma discoide che appoggia su una base emisferica. L'esercizio consiste nel mantenere l'equilibrio in appoggio prima bipodalico e poi monopodalico ad occhi aperti e poi chiusi, anche eseguendo movimenti con l'ausilio di elastici thera-band per 6, 8 o 10 settimane e con una frequenza da 1 a 3 volte alla settimana, come descritto nella tabella 7 che segue.

La difficoltà dell'utilizzo degli elastici Thera –Band riguarda la scelta della resistenza adeguata alla fase riabilitativa: spesso sono utilizzati ad un carico inferiore al 66% del massimale, condizione che non produce miglioramenti di forza, anche ad alte ripetizioni.

(42)

In conclusione vi sono evidenze che il training propriocettivo sia efficace ai fini della prevenzione delle distorsioni recidivanti, ma gli studi considerati propongono allenamenti a frequenze ed intensità differenti rendendo necessari ulteriori studi al fine di individuare le condizioni più efficaci di allenamento.

<b>AUTORI</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>NUMERO e TIPOLOGIA di SOGGETTI</b>	<b>TIPO di INTERVENTO</b>	<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>
Ekstrand J et al. (24)	Il training riduce significativamente la percentuale di distorsione	12 squadre di calciatori	I giocatori che avevano subito una distorsione parteciparono ad un programma riabilitativo applicando un bendaggio alla caviglia lesa.	
Eils E et al. (36)	Il training migliora in modo significativo la propriocezione.	30 soggetti con instabilità cronica che avessero subito traumi ripetuti in inversione e non avessero dolore	20 minuti di esercizi di equilibrio, 1 volta alla settimana per 6 settimane	Test del senso di posizione articolare, oscillazione posturale e tempo di reazione muscolare di tibiale anteriore, peroneo lungo e peroneo breve

<b>AUTORI</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>NUMERO e TIPOLOGIA di SOGGETTI</b>	<b>TIPO di INTERVENTO</b>	<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>
Sheth P et al. (38)	L'esercizio influenza il tempo di reazione di alcuni muscoli durante un'inversione simulata	soggetti sani	Esercizi su tavola oscillante	Tempo di reazione muscolare durante la simulazione del trauma
Hoffman M et al. (37)	Il training di 10 settimane migliorò in modo significativo la propriocezione.	36 soggetti sani	esercizio di equilibrio su piattaforma oscillante per 10 minuti al giorno, 3 volte alla settimana, per 10 settimane	valori stabilometrici prima e dopo il training.
Javed A et al. (39)	riduzione significativa del tempo di reazione muscolare	pazienti con instabilità cronica	6 settimane di esercizi su piattaforma oscillante	
Osborne MD et al. (41)	Riduzione significativa della latenza del tibiale anteriore bilateralmente	10 soggetti che avessero subito una distorsione tra i 16 ed i 6 mesi prima dello studio, non riabilitati	Esercizi su tavola oscillante per 15 minuti al giorno per 8 settimane	Tempo di reazione muscolare durante la simulazione del trauma
Docherty CL et al. (45)	Miglioramento della forza muscolare e del senso di posizione	20 soggetti con instabilità funzionale unilaterale	Esercizi di rinforzo muscolare per 6 settimane	
Bernier JN et al. (4)	Nessun cambiamento significativo di oscillazione posturale o propriocezione	48 soggetti con instabilità funzionale cronica, senza dolore	Esercizi propriocettivi e di equilibrio per 10 minuti al giorno per 3 volte alla settimana per 6 settimane	Misura del senso di posizione articolare e della stabilità posturale

<b>AUTORI</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>NUMERO e TIPOLOGIA di SOGGETTI</b>	<b>TIPO di INTERVENTO</b>	<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>
Kaminski TW et al. (42)	6 settimane di training non influenzano in modo significativo la forza di soggetti con instabilità funzionale unilaterale	38 soggetti di età media 21 anni, fisicamente attivi, senza un'instabilità meccanica	6 settimane di training propriocettivo e di rinforzo muscolare	Valutazione dell'equilibrio in appoggio monopodalico e della forza con macchina isocinetica
Baker AG et al. (44)	6 settimane di esercizi non modificano l'oscillazione posturale e non migliorano in modo significativo la stabilità		6 settimane di esercizi propriocettivi T-band kicks	

Tab.7: elenco e descrizione degli articoli sull'efficacia del training propriocettivo.

## **BIBLIOGRAFIA.**

1. Ebig M, Lephart S, Burdett R, Miller M, Pincivero D. The effect of sudden inversion stress on EMG activity of the peroneal and tibialis anterior muscles in the chronically unstable ankle. *JOSPT* agosto 1997; volume 26, numero 2: 73-77.
2. Linge B, Louwerens J, Klerk L, Mulder P, Snijders C. Peroneus longus and tibialis anterior muscles activity in the stance phase. *Acta Orthop Scand* 1995; 66(6): 517-523.
3. Fernandes N, Allison G, Hopper D. Peroneal latency in normal and injured ankles at varying angles of perturbation. *Clinical orthopaedics and related research* 2000; 375: 193-201.
4. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *JOSPT* aprile 1998; volume 27, numero 4: 264-275.
5. Freeman MAR, Dean MRE, Hanham, IWF. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg* 1965; 47B: 678-685.
6. Glick JM, Gordon RB, Nishimoto D. The prevention and treatment of ankle injuries. *Am J Sports Med* 1976; 4: 136-141.
7. Perry J. Anatomy and biomechanics of the hindfoot. *Clin Orthop* 1983; 177: 9-15.
8. Sammarco J. Biomechanics of the ankle. Surface velocity and instantaneous center of rotation in the sagittal plane. *Am J Sports Med* 1977; 5: 231-234.
9. Gaufin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med* 1988; 9: 141-144.
10. Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Factors affecting stabilometry recording of single limb stance. *Am J Sports Med* 1984; 12: 185-188.
11. Tropp H, Askling C, Gillquist J. Prevention of ankle sprains. *Am J Sports Med* 1985; volume 13, numero 4: 259-262.

12. Isakov E, Mizrahi J, Solzi P, Susak Z, Lotem M. Response of the peroneal muscles to sudden inversion of the ankle during standing. *International Journal of Sport Biomechanics* 1986; 2: 100-109.
13. Wright IC, Neptune RR, van den Borget AJ, Nigg BM. The influence of foot positioning on ankle sprains. *Journal of Biomechanics* 2000; 33: 513-519.
14. Robbins S, Walked E, Rappel R. Ankle taping improves proprioception before and after exercise in young men. *British Journal of Sports Medicine* 1995; 4: 241-247.
15. Bullock-Saxton J, Janda V. The influence of ankle sprain injury on muscle activation during hip extension. *Int J Sports Med* 1994; 15: 330-334.
16. Konradsen L, Voigt M, Hojsgaard C. Ankle inversion injuries: the role of the dynamic defense mechanism. *Am J Sports Med* 1997; 25: 54-58.
17. Surve I, Schwellnus MP, Noakes T, Lombard C. A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sprt-Stirrup orthosis. *Am J Sports Med* 1984; 22: 601-606.
18. Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1999; 10-15.
19. Lentell G, Baas B, Lopez D, McGuire L, Sarrels M, Snyder P. The contributions of proprioceptive deficits, muscle function, and anatomic laxity to functional instability of the ankle. *JOSPT* 1995; volume 21, numero 4: 206-215.
20. McCloskey DI. Differences between the senses of movement and position shown by the effects of loading and vibration of muscles in man. *Brain Res* 1973; 61:119-131.
21. Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J, Goodman RA, Weitman EA. The prevention of ankle sprains in sports. *Am J Sports Med* 1999; volume 27, numero 6: 753-760.

22. Barret JR, Tanji JL, Drake C. High-versus low-top shoes for the prevention of ankle sprains in basketball players. A prospective randomized study. *Am J Sports Med* 1993; 21: 582-585.
23. Garrick JG, Requa RK. Role of external support in the prevention of ankle sprains. *Med Sci Sports* 1973; 5: 200-203.
24. Ekstrand J, Gillquist J, Lijedahl SO. Prevention of soccer injuries: supervision of doctor or physiotherapist. *Am J Sports Med* 1983; 11: 116-120.
25. Bahr R, Lian O, Bahr IA. 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 Med Sci Sports* 1997; 7: 172-177.
26. Reisberg S, Verstraete MC. Reusable prophylactic ankle support: review of the literature. *J Sports Rehabil* 1993; 2: 43-52.
27. Alt W, Lohrer H, Gollhofer A. Functional properties of adhesive ankle taping: neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. *Foot and ankle international* aprile 1999; Vol.20, No. 4: 238-245.
28. Guskiewicz K, Perrin DH. Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. *JOSPT* 1996; volume 23, numero 5: 326-331.
29. Orteza LC, Vogelbach WD, Denegar CR. The effect of molded and unmolded orthotics on balance and pain while jogging following inversion ankle sprain. *J Athl Train* 1992; 1: 80-84.
30. Cornwall M, Murrell P. Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Pod Med Assoc* 1991; 81: 243-247.
31. Lohrer H, Wilfried A, Gollhofer A. Neuromuscular properties and functional aspects of taped ankles. *Am J Sports Med* 1999; volume 27, numero 1: 69-75.

32. Konradsen L, Ravn JB, Sorensen AI. Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. *J Bone Joint Surg* 1993; 75B: 433-436.
33. Roll JP, Popov K, Gurfinkel V. Sensorimotor and perceptual function of muscle proprioception in microgravity. *J Vestib Res* 1993; 3: 259-273.
34. Freeman MAR. Coordination exercises in the treatment of functional instability of the foot. *Physiotherapy* 1965; 51: 393-395.
35. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med* 1988; 9: 141-144.
36. Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2000; 1991-1998.
37. Hoffman M, Payne GV. The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orth Sports Phys Ther* 1995; 21:90-93.
38. Sheth P, Yu B, Laskowski ER. Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. *Am J Sports Med* 1997; 25: 538-543.
39. Javed A, Walsh HPJ, Lees A. Peroneal reaction time in treated functional instability of the ankle. *Foot Ankle Surg* 1999; 5: 159-166.
40. Freeman M, Whyke B. Articular reflexes at the ankle joint: an electromyographic study of normal and abnormal influences of ankle joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. *Br J Surg* 1967; 54: 990-1001.
41. 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; volume 29, numero 5: 627-632.

42. Kaminski TW, Buckley BD, Powers ME, Hubbard TJ, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med* 2003; 37: 410-415.
43. Uh BS, Beynon BD, Helie BV, et al. The benefit of a single leg strength training program for the muscles around the untrained ankle. *Am J Sports Med* 2000; 28: 568-573.
44. Baker AG, Weibrigt WG, Perrin DH. Effect of a T-band kick training protocol on postural sway. *Journal of Sport Rehabilitation* 1998; 7: 122-127.
45. Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *Journal of Athletic Train Association* 1998; 33: 310-314.
46. Eiff MP, Smith A, Smith GE. Early mobilization versus immobilization in the treatment Of lateral ankle sprains. *Am J Sports Med* 1994; Volume 22, numero 1: 83-88.
47. Baumhauer JF, Alosa DM, Renstrom PAFH, Trevino S, Beynon B. A prospective study of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med* 1995; volume 23, numero5: 564-570.
48. Milgrom C, Shlamkovitch N, Finestone A. Risk factors for the lateral ankle sprain: a prospective study among military recruits. *Foot Ankle* 1991; 12: 26-30.
49. Black HM, Brand RL, Eichelberger MR. An improved technique for the evaluation of ligamentous injury in severe ankle sprains. *Am J Sports Med* 1978; 6: 276-282.
50. Cox JS, Hewes TF. Normal talar tilt angle. *Clin Orthop* 1979; 140: 37-41.
51. Soboroff SH, Pappius EM, Komaroff AL. Benefits, risks and costs of alternative approaches to the evaluation and treatment of severe ankle sprains. *Clin Orthop* 1984; 183: 160-168.

52. Nicholas JA. Injuries to knee ligaments. JAMA 1970; 212: 2236-2239.
53. Klemp P, Learmonth ID. Hypermobility and injuries in a professional ballet company. Br J Sports Med 1984; 18: 143-148.
54. Dahle LK, Mueller M, Delitto A. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. J Orthop Sports Phys Ther 1991; 14: 70-74.
55. Donatelli RA. Abnormal biomechanics of the foot and ankle. J Orthop Sports Phys Ther 1987; 9:11-16.
56. Mattacola CG, Dwyer MK. Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. J Athl Train dicembre 2002; 37(4): 413-429.
57. Konradsen L, Olesen S, Hansen H. Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. The American Journal of Sports Medicine 1998; vol. 26, No. 1: 72-77.
58. Nits AJ, Dobner JJ, Kersey D. Nerve injury and grades 2 and 3 ankle sprains. Am J Sports Med 1985; 13: 177-182.
59. Tropp H. Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. Int. J. Sports Med. 1986; 7: 291-294.
60. Friden T, Zatterstrom R, Lindstrand A, Moritz U. A stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. Am J Sports Med 1989; 17: 118-122.
61. Richie DH. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. Foot & Ankle luglio 2001; volume 40, numero 4: 240-251.
61. Colville M, Marder RA, Boyle JJ. Strain measurement in lateral ankle ligaments. Am Sports Med 1990; 18: 196-200.

62. Manfroy PP, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. The effect of exercise, pre-wrap and athletic tape on the maximal active and passive ankle resistance to ankle inversion. *Am J Sports Med* 1997; 25: 156-163.
63. Greene TA, Hillman SK. Comparison of support provided by a semirigid orthosis and adhesive ankle taping before, during and after exercise. *Am J Sports Med* 1990; 18: 498-506.
64. Barrett J, Bilisko T. The role of shoes in the prevention of ankle sprains. *Sports Med* 1995; 20(4): 277-280.
65. Johnson G, Dowson D, Wrights V. A biomechanical approach to the design of football boots. *J biomech* 1976; 9: 581-585.
66. Ashton-Miller JA, Ottaviani RA, Hutchinson C, Wojtys EM. What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion?. *Am J Sports Med* 1996; vol.24, No 6: 800-809.
67. Melville-Jones GM, Watt DG. Muscular control of landing from unexpected falls in man. *J Physiol* 1971; 219: 729-737.
68. Leanderson J, Bergqvist M, Rolf C, Westblad P, Wigelius-Roovers S, Wredmark T. Early influence of an ankle sprain on objective measures of ankle joint . A prospective randomised study of ankle brace treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999; 7(1): 51-58.
69. Twellaar M, Veldhuizen JW, Verstappen FT. Ankle sprains. Comparison of long-term results of functional treatment methods with adhesive tape and bandage and instability measurement. *Unfallchirurg* 1993. 96(9): 477-482.
70. Scheuffelen C, Gollhofer A, Lohrer H. Novel functional studies of the stabilizing behavior of ankle joint orthoses. *Sportverletz Sportschaden* 1993. 7(1): 30-36.

71. Barkler EH, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjaer M, Saugbjerg PA. The effect of supervised rehabilitation on ankle joint function and the risk of recurrence after acute ankle distortion. *Ugeskr Laeger* 2001. 162(23): 3223-3226.
72. Thorogood L. Proprioception exercises following ankle sprain. *Emerg Nurse* 2003. 11(8): 33-36.
73. Wester JU, Jepersen SM, Nielsen KD, Neumann L. Training on a wobble board following lateral ankle joint sprains. *Ugeskr Laeger* 1998. 160(5): 232-234.
74. Kern-Steiner R, Washechek HS, Kelsey DD. Strategy of exercise prescription using an unloading technique for functional rehabilitation of an inversion ankle sprain. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999. 29(5): 282-287.
75. Milch LD. Rehabilitation exercises following inversion ankle sprains. *J Am podiatr Med Assoc* 1986. 76(10). 577-581.
76. Johnson MB, Johnson CL. Electromyographic response of peroneal muscles in surgical and non surgical injured ankles during sudden inversion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993. 18(3): 497-501.
77. Kamada K, Watanabe S, Yamamoto H. Chronic subtalar instability due to insufficiency of the calcaneofibular ligament: a case report. *Foot Ankle Int* 2002. 23(12): 1135-1137.
78. Wilkerson G. Functional rehabilitation. A protocol for management of the lateral ankle sprain. *Rehab Manag* 1996. 9(4): 54-60.
79. D'Ambrosio C, Smiderle M, Testa M. Alterazioni del reclutamento muscolare all'arto inferiore dopo distorsione di caviglia: ruolo della propriocezione. *Sci Reabilitaz* 2003. 4(2): 53-56.
80. Fields KB, Rasco T, Kramer JS, Cates R. Rehabilitation exercises for common sports injuries. *Am Fam Physician* 1992 Mar. 45(3): 1233-43.