



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

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

A.A. 2016/2017

Campus Universitario di Savona

## **Effetti del Balance Training in individui con Chronic Ankle Instability.**

Candidato:

Elena Valentina Chiesi

Relatore:

Sofia Pesavento

## INDICE

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Abstract.....</b>                                                 | <b>2</b>  |
| <b>1. Introduzione .....</b>                                         | <b>3</b>  |
| 1.1 Chronic Ankle Instability: eziologia ed epidemiologia .....      | 3         |
| 1.2 Definizione: criticità e consensus.....                          | 3         |
| 1.3 Trattamento conservativo .....                                   | 4         |
| 1.4 Equilibrio e sistema sensorimotorio nelle CAI.....               | 4         |
| <b>2. Materiali e metodi .....</b>                                   | <b>6</b>  |
| 2.1 Banche dati .....                                                | 6         |
| 2.2 Strategie di ricerca .....                                       | 6         |
| 2.3 Criteri di selezione degli articoli.....                         | 6         |
| 2.3.1 Criteri di inclusione .....                                    | 6         |
| 2.3.2. Criteri di esclusione.....                                    | 7         |
| 2.3.3 Valutazione qualitativa degli studi .....                      | 7         |
| <b>3. Risultati .....</b>                                            | <b>9</b>  |
| 3.1 Risultati della ricerca .....                                    | 9         |
| 3.1.1 Numero totale degli articoli .....                             | 9         |
| 3.2 Principali misure di outcome clinicamente rilevanti .....        | 10        |
| 3.3 Descrizione degli interventi .....                               | 11        |
| 3.4 Principali risultati statistici ottenuti.....                    | 12        |
| 3.3 Valutazione RCT tramite PEDro scale.....                         | 15        |
| <b>4. Discussione .....</b>                                          | <b>17</b> |
| 4.1 Criteri di inclusione .....                                      | 17        |
| 4.2 Gruppi di intervento e misure di outcome .....                   | 18        |
| <b>5. Conclusioni .....</b>                                          | <b>24</b> |
| <b>APPENDICI .....</b>                                               | <b>25</b> |
| APPENDICE 1: Ankle Instability Instrument (27) .....                 | 25        |
| APPENDICE 2: FADI e FADI Sport (37) .....                            | 25        |
| APPENDICE 3: Balance training proposto da Cloak et al. (36).....     | 26        |
| APPENDICE 4: Balance training proposto da Cruz-Diaz et al. (32)..... | 27        |
| APPENDICE 5: Balance training proposto da McKeon et al. (33).....    | 27        |
| APPENDICE 6: Star Excursion Balance Test (45) .....                  | 32        |
| <b>Bibliografia .....</b>                                            | <b>33</b> |

## **Abstract**

**Background:** La distorsione di caviglia rappresenta il 14-21% di tutte le lesioni sportive. Fino al 20% dei pazienti continua a presentare a distanza di mesi sintomi caratterizzati da ricorrenti distorsioni e apprensione alla caviglia (“giving way”). In casi di mancata risoluzione nei successivi 6 mesi dal trauma si parla di “Chronic Ankle Instability” (CAI), cioè un quadro che comprende sia una lassità legamentosa meccanica, sia un’instabilità funzionale dovuta ad un deficit di origine neuromuscolare. Per questo il training dell’equilibrio, Balance Training (BT), è così importante nel processo riabilitativo. Vi è un largo consenso clinico sulla sua applicazione, ma non sono ancora chiari gli effetti sui principali outcome clinici del CAI.

**Obiettivi:** Lo scopo di questa revisione della letteratura è dunque di indagare gli effetti del Balance Training nei soggetti affetti da CAI sui principali outcome clinici.

**Metodi:** Si è condotta una revisione della letteratura presente su Medline fino a marzo 2018. Si è deciso di includere gli RCT in cui la cui popolazione avesse una CAI, almeno un gruppo di intervento che prevedesse solo BT, e che indagassero outcome clinici. È stata eseguita una valutazione qualitativa degli studi mediante PEDro Scale.

**Risultati:** Dalla ricerca bibliografica sono risultati 515 articoli, ma solo 6 hanno soddisfatto i criteri di inclusione. Dall’analisi qualitativa con la PEDro scale è emerso che la qualità è stata media per 4 studi e alta in 2. I lavori inclusi nella revisione hanno usato questionari self reported per disabilità, grado di instabilità, qualità della vita e dolore ottenendo risultati positivi tranne per l’outcome dolore. Gli outcome clinician reported, cioè i test clinici di salto e di controllo posturale, hanno raggiunto la significatività. È stato possibile individuare i BT proposti in letteratura, cioè i multi-station program e i training con wobble board.

**Conclusioni:** Rispetto alla ricerca condotta sono emerse evidenze limitate, nonostante i risultati positivi ottenuti dai singoli studi, a causa dell’eterogeneità e della qualità degli articoli trovati. Le future ricerche dovranno dunque considerare i limiti della letteratura presente fino ad ora per poter definire con maggior sicurezza gli effetti del BT nella popolazione con CAI.

## **1. Introduzione**

### **1.1 Chronic Ankle Instability: eziologia ed epidemiologia**

La distorsione di caviglia rappresenta il 14-21% di tutte le lesioni sportive (1), percentuale che aumenta a 25-45% se il paziente è uno sportivo praticante calcio, basket o football americano (2). Solitamente la distorsione di caviglia coinvolge il complesso legamentoso laterale, che può essere allungato o strappato in seguito ad un atterraggio in posizione di plantiflessione e inversione del piede (3). Il legamento che viene interessato durante questi traumi è il talo-fibulare anteriore (ATFL), seguito dal calcaneo-fibulare (CFL) e dal talo-fibulare posteriore (PTFL) (4).

Generalmente il trattamento conservativo porta ad una risoluzione dei sintomi (5), ma circa il 20% dei pazienti continua a presentare sintomi a distanza di mesi. Inoltre una prima distorsione sottopone il paziente ad un aumentato rischio di nuovi traumi: il tasso di recidive per gli episodi in inversione è stato registrato fino al 70% (6). Individui che hanno subito ripetute distorsioni delle caviglie riportano persistenti sintomi di debolezza, di apprensione (“giving way”), gonfiore, dolore e limitazione durante le attività della vita quotidiana e sportiva (7).

### **1.2 Definizione: criticità e consensus**

Nei casi di mancata risoluzione nei successivi sei mesi dal trauma si parla di “Chronic Ankle Instability” (CAI), in particolare vengono spesso usati i termini “Chronic lateral ankle complaints” e “functional ankle instability” (8). Diversi studi infatti sottolineano come esista una mancanza di consenso sulla definizione di “instabilità di caviglia” come problema cronico, dopo una distorsione laterale (9).

I pazienti con CAI mostrano una serie di alterazioni nella cinematica del cammino, come per esempio una maggiore inversione durante la fase finale dello swing fino alla fase iniziale dell'appoggio e trascorrono più tempo in carico sull'aspetto laterale del piede predisponendoli a recidive (10). Altri ancora hanno mostrato una ridotta clearance e dorsiflessione del piede (11). È stato dunque ipotizzato che queste alterazioni potessero essere dovute non solo ad un cambiamento meccanico come conseguenza del trauma, ma anche ad un cambiamento nella programmazione della risposta motoria (12), una riduzione

della capacità propriocettiva (13) e quindi una combinazione di deficit meccanici e sensorimotori.

Inizialmente infatti si considerava la CAI esclusivamente come il risultato di una “Mechanical Instability” (MI) dove si sommano i cambiamenti degenerativi e sinoviali della cartilagine articolare alla lassità legamentosa meccanica dovuta al danno strutturale del tessuto stabilizzante (14). Ne deriva ovviamente un’alterata cinematica e articularità tibio-tarsica, sottoastraglica e dell’articolazione tibio-peroneale inferiore (15).

Una CAI può presentarsi anche a causa di un’instabilità funzionale, “Functional Ankle Instability” per un deficit di origine non strutturale, ma propriocettivo e neuromuscolare (16,17). In questi pazienti, la FAI rappresenta la principale causa di mancanza di forza muscolare e senso di equilibrio, il quale gioca un ruolo fondamentale in numerose attività ed è un fattore critico per una performance motoria corretta (18).

### **1.3 Trattamento conservativo**

Il trattamento conservativo nelle CAI è comunemente considerato la prima scelta per la gestione della patologia e per la prevenzione di nuovi infortuni.

La variegata natura del CAI necessita di un approccio multifattoriale e comprensivo di diverse tipologie di interventi per permettere un trattamento efficace (19). La letteratura fornisce una grande variabilità di strategie di trattamento, come: tecniche di mobilizzazione articolare (20), esercizi di coordinazione e di rinforzo muscolare (in particolare dei peronieri) (21), training propriocettivo e dell’equilibrio (22,23), e training per specifiche attività sportive.

### **1.4 Equilibrio e sistema sensorimotorio nelle CAI**

L’equilibrio è definito come l’insieme di attività neuromuscolari che vengono messe in atto nel tentativo dell’individuo di mantenere la propria postura quando il centro di gravità del corpo sta uscendo dalla base d’appoggio. I fattori essenziali per mantenere l’equilibrio sono il sistema visivo, vestibolare e propriocettivo (24).

È stato suggerito come una distorsione determini un trauma non solo delle strutture legamentose ma anche delle fibre nervose sensoriali (25) che forniscono i feedback dai meccanorecettori articolari per assistere la stabilizzazione della caviglia durante il cammino

ed altre attività. Ricerche hanno dimostrato come il sistema sensorimotorio sia in grado di modificare la sua “dipendenza” shiftando tra i diversi input sensoriali in base alla richiesta funzionale, affidandosi ai recettori della fascia plantare, articolari e muscolo-tendinei (26). Il sistema sensorimotorio è dunque responsabile dell’integrazione delle informazioni afferenti ed efferenti necessarie all’equilibrio: un impairment di questo sistema, come è stato dimostrato essere presente nei soggetti con FAI (27), potrebbe compromettere la stabilità posturale interrompendo le risposte neuromuscolari.

Risulta dunque chiaro che un programma di riabilitazione per pazienti affetti da CAI debba includere, un adeguato “balance training” (BT). Con questo termine tradizionalmente ci si riferisce ad un training che coinvolga attività in carico monopodalico su superfici stabili o instabili (22,28). Si è ipotizzato che il BT sia in grado di promuovere l’attività dei meccanorecettori stimolati a livello della capsula e dei legamenti, incrementando il loro output sensoriale di pari passo con i motoneuroni attivati attraverso il task motorio richiesto (29). Vi è un largo consenso clinico sull’applicazione di questo tipo di trattamento ma non sono ancora chiari gli effetti sui principali outcome clinici e surrogati del CAI.

Lo scopo di questa revisione della letteratura è dunque di indagare nei soggetti affetti da Chronic Ankle Instability gli effetti del Balance Training in termini di performance motoria e sportiva, dolore, funzione e qualità della vita.

## **2. Materiali e metodi**

### **2.1 Banche dati**

La ricerca è stata effettuata mediante una revisione della letteratura attraverso la banca dati Medline.

### **2.2 Strategie di ricerca**

La ricerca è stata basata sulla costruzione di un PICO e sull'individuazione delle key words. Da qui sono stati individuati i MeSH e i termini liberi da combinare per la creazione della stringa di ricerca. In particolare quelli relativi alla popolazione e all'intervento sono stati elaborati tra loro attraverso l'operatore OR e, successivamente, i due risultati con AND. Di seguito si riportano le key words relative al PICO e la stringa di ricerca:

P: chronic ankle instability, ankle sprain

I: balance training, proprioceptive training, rehabilitation, exercise training

C: /

O: /

("Ankle Joint/physiopathology"[Mesh] OR ("Ankle Injuries/complications"[Mesh] OR "Ankle Injuries/physiopathology"[Mesh] OR "Ankle Injuries/rehabilitation"[Mesh] OR "Ankle Injuries/therapy"[Mesh]) OR "chronic ankle instability"[All Fields]) AND ("Exercise Therapy"[Mesh] OR "Postural Balance"[Mesh] OR "balance training"[All Fields])

### **2.3 Criteri di selezione degli articoli**

#### **2.3.1 Criteri di inclusione**

Sono stati inclusi gli studi con le seguenti caratteristiche:

- RCT
- Popolazione con CAI (definito anche come episodi ricorrenti di distorsioni di caviglia o come functional instability).
- Studi in cui ci sia almeno un gruppo di intervento che preveda solo balance training (definito anche come training neuromuscolare o propriocettivo)

- Outcome clinico o hard
- Studi in lingua inglese

### **2.3.2. Criteri di esclusione**

Sono stati esclusi gli studi con le seguenti caratteristiche:

- Popolazione di studio con distorsione acuta di caviglia o soggetti sani.
- Studi in cui tutti i gruppi di intervento prevedano solo altri trattamenti come terapia manuale, terapie fisiche ed esercizi di rinforzo muscolare o balance training associato ad altra terapia.
- Outcome surrogati

Tra gli articoli risultanti dalla ricerca sono stati selezionati quelli che rispettavano i criteri di inclusione. La selezione è avvenuta tramite la lettura del titolo di ogni articolo e, qualora non fosse stato esaustivo, anche dalla consultazione dell'abstract.

### **2.3.3 Valutazione qualitativa degli studi**

La valutazione qualitativa degli studi è stata effettuata mediante l'utilizzo della scala di valutazione PEDro Scale. La scala di PEDro è basata sulla lista Delphi sviluppata da Verhagen (30) e ha lo scopo di individuare velocemente gli studi che hanno una validità esterna ed interna e informazioni statistiche sufficienti da renderne i risultati ripetibili.

Gli RCT inclusi sono stati valutati in relazione alla loro rispondenza ai seguenti criteri e ad ogni item è stata assegnata una risposta affermativa o negativa.

1. I criteri di elegibilità sono stati specificati ?
2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi ?
3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta ?
4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici ?
5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento ?
6. Tutti i terapeuti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato ?



7. Tutti i valutatori erano “ciechi” rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio ?
8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più dell’85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi ?
9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stati analizzati per “intenzione al trattamento” ?
10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali ?
11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali ?

### 3. Risultati

#### 3.1 Risultati della ricerca

##### 3.1.1 Numero totale degli articoli

Dalla ricerca bibliografica sugli effetti del balance training negli individui con Chronic Ankle Instability sono risultati 515 articoli (Medline: 1978 – marzo 2018).

Di questi sono stati esclusi 458 dalla lettura del titolo e successivamente altri 51 per mancata pertinenza dalla lettura dell'abstract.

In conclusione gli studi che soddisfano i criteri di inclusione e dunque inseriti nella revisione sono 6.

Si riporta di seguito la flowchart esplicativa del processo di selezione degli articoli.

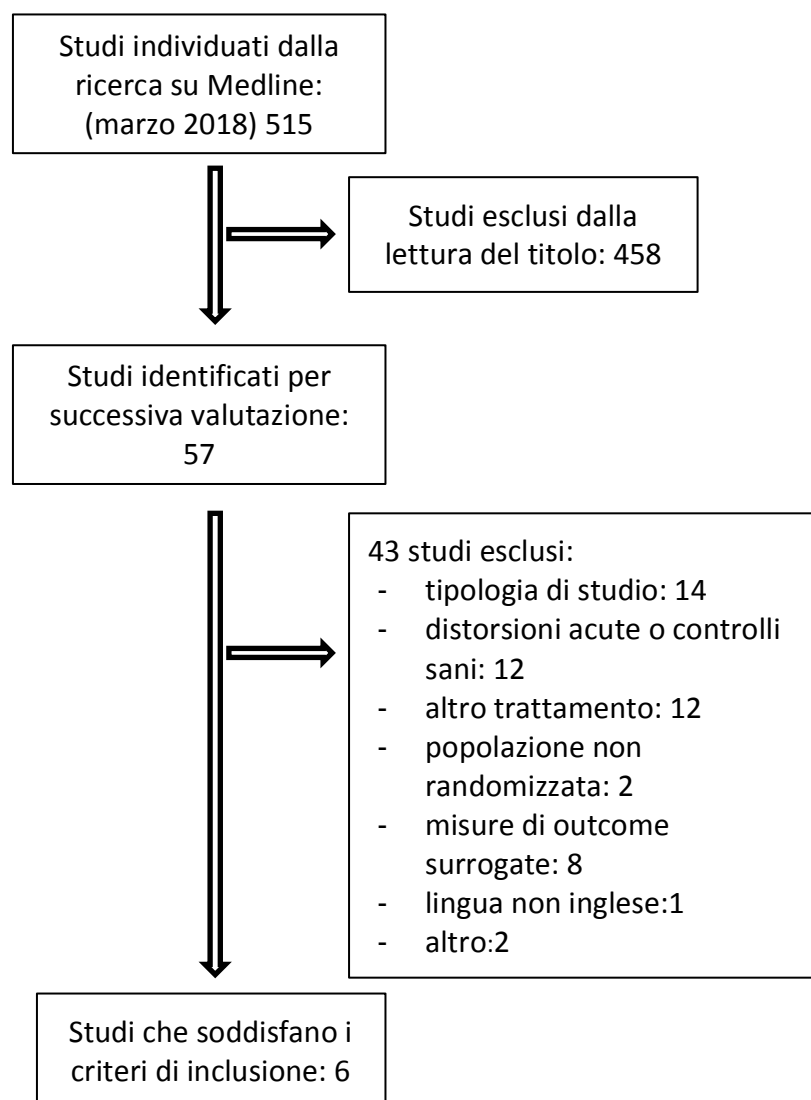


Figura 1: Flowchart del processo di selezione degli articoli.

### 3.2 Principali misure di outcome clinicamente rilevanti

In tutti gli studi inclusi in questa revisione sono stati indagati principalmente outcomes clinicamente rilevanti per soggetti con CAI. Nella tabella seguente vengono brevemente riassunte le misure studiate suddivise per tipologia e il numero degli studi in cui sono state usate:

|                           |                       |                                                |          |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|----------|
| Questionari self reported | Dolore                | VAS/NRS                                        | 2 studi  |
|                           | Disabilità e funzione | Foot Ankle Ability Measure (FAAM) ADL e SPORT  | 2 studi  |
|                           |                       | Foot Ankle Disability Index (FADI) ADL e SPORT | 1 studio |
|                           |                       | Global Rating of Function (GRF)                | 1 studio |
|                           | Grado di instabilità  | Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)       | 2 studi  |
|                           | Qualità della vita    | Short Form (36) Health Survey (SF-36)          | 1 studio |
| Test funzionali           | Controllo posturale   | Star Excursion Balance Test (SEBT)             | 6 studi  |
|                           |                       | Foot lift test                                 | 2 studi  |
|                           |                       | Time in balance                                | 2 studi  |
|                           | Test di salto         | Side hop test                                  | 2 studi  |
|                           |                       | Figure 8 hop test                              | 2 studi  |
|                           |                       | Single Leg Triple Hop for Distance (SLTHD).    | 1 studio |

Tabella 1: Principali misure di outcome.

I sei studi inclusi nella revisione indagano gli effetti di diverse tipologie di balance training . Nello specifico, come già parzialmente riportato nella tabella precedente, diverse sono gli ambiti di studio dei diversi articoli sfruttando principalmente questionari self reported o test clinici funzionali. I questionari indagano la sfera del dolore (2 studi) (31,32), della funzione (3 studi) (31,33,34), del grado di instabilità percepita (2 studi) (32,34) e della qualità della vita (1 studio) (34). Si evince dunque come 4 articoli tra gli inclusi abbiano studiato delle misure di outcome attraverso i questionari: 2 autori hanno invece preferito affidarsi ai soli test funzionali (35,36). Analizzando invece gli outcomes relativi alla performance funzionale tutti gli studi hanno eseguito sui soggetti reclutati test per il controllo funzionale, mentre solo 3 hanno eseguito test di salto (34–36).

### **3.3 Descrizione degli interventi**

Gli studi inclusi differiscono inoltre per la tipologia e durata di balance training proposto. McKeon et al. nel 2008 hanno ideato un programma di allenamento della durata di 4 settimane composto dall'unione di performance statiche, dinamiche e di salto con la possibilità di incrementare la difficoltà dell'esercizio in proporzione ai miglioramenti del paziente (33). Lo stesso training è stato utilizzato qualche anno più tardi da Schaefer et al. (31), i quali però lo hanno proposto in unione o meno ad un trattamento di mobilizzazione dei tessuti molli attraverso i Graston Instruments (GISTM).

Linens et al. (35) hanno ideato un programma di 4 settimane che sfruttasse un unico strumento (wobble board), ma che prevedesse diversi livelli di difficoltà. L'anno successivo il medesimo training è stato proposto da Wright et al. (34).

Gli ultimi due studi hanno invece utilizzato dei programmi della durata di 6 settimane: uno in cui il training con la wobble board è stato o meno associato a vibrazione (36), l'altro in cui il training è stato caratterizzato dall'unione di diversi strumenti quali bolla propriocettiva, bosu, trampolino, foam roller,...

Il gruppo di controllo è stato prevalentemente composto da partecipanti a cui è stato chiesto di non modificare la quantità e tipologia delle proprie attività per la durata dello studio (32,33,35). Wright et al. hanno confrontato il balance training con un programma di allenamento con resistenze elastiche (34). Due studi hanno randomizzato i partecipanti in 3 gruppi di intervento: uno ha confrontato il balance training con il medesimo programma

associato o al GISTM o al GISTM sham (31), mentre l'altro ha confrontato il balance training unito o meno a vibrazione e un gruppo di controllo (36).

### **3.4 Principali risultati statistici ottenuti**

Nello studio di Shaefer et al. (31) le self-reported function (FAAM), dolore, controllo posturale dinamico e ROM sono migliorati, indipendentemente dal gruppo di appartenenza dopo 4 settimane di balance training, con cambiamenti significativi pre-test e post-test. Con lo stesso protocollo applicato, McKeon et al. (33) hanno registrato un miglioramento statisticamente significativo per il gruppo sperimentale sia nel confronto delle misure pre e post-test sia nel confronto con il gruppo di controllo per il FADI, FADI sport, SEBT e TTB e COP ad occhi chiusi.

Nel lavoro di Linens et al. (35) è stata registrata un'interazione significativa per tutte le misure di outcome secondo la variabile "tempo", mentre secondo la variabile "gruppo" è stata trovata solo per il SEBT anteromediale. Un'interazione significativa "time by group" si è registrata per tutte le misure tranne per la TBT, mentre l'analisi post hoc ha evidenziato un miglioramento significativo del gruppo sperimentale con wobble board nel post test a differenza del gruppo di controllo. Secondo invece Wright et al. (34), i quali hanno usato il medesimo balance training per uno dei due gruppi di intervento, è stata riscontrata una significativa interazione tra gruppo e tempo per la FAAM ADL per il gruppo wobble board, senza altre interazioni o differenze significative tra i gruppi. Ci sono stati inoltre significativi miglioramenti nel post-intervento in per CAIT, FAAM Sport, GRF, SF-36 e tutti i test clinician-oriented.

Secondo invece l'articolo di Cloak et al. (36) la combinazione della vibrazione e un training con la wobble board ha portato ad una riduzione della distribuzione del COM, un'aumentata distanza al SEBT e al SLTHD rispetto al training con la sola wobble board.

Infine nello studio di Cruz-Diaz et al. (32) sono state registrate differenze significative nel confronto intra-gruppo sperimentale e nel confronto tra i gruppi per il CAIT e il SEBT ma non per il dolore.

Qui di seguito si riporta la tabella riassuntiva degli articoli in studio.

| AUTORE                    | DISEGNO | OBIETTIVI                                                                                                                   | POPOLAZIONE IN STUDIO              | CRITERI DI INCLUSIONE                                                                                                                   | OUTCOME                                                     | INTERVENTO                                                                                                                      | RISULTATI                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Schaefer et al. 2012 (31) | RCT     | Effetti del GISTM in unione ad un programma di DBT nei principali outcome associati a CAI.                                  | 45 Studenti della scuola superiore | Storia di distorsioni e sintomi residui di instabilità. Ultimo episodio almeno 6 mesi prima. Età tra 16-30 anni                         | FAAM e FAAM sport; VAS; SEBT; ROM                           | GR 1: DBT + GISTM<br>GR 2: DBT + GISTM sham<br>GR3: DBT                                                                         | FAAM, VAS, SEBT e ROM sono significativamente migliorati nel pre-test e post-test in tutti i gruppi. Non è stato eseguito un confronto tra i GR.                                                      |
| McKeon et al 2008 (33)    | RCT     | Determinare gli effetti di un programma di Balance Training (BT) nei pazienti con CAI.                                      | 31 soggetti fisicamente attivi     | Storia di distorsioni di caviglia con sintomi residui, più di 4 risposte "SI" nell'AII e un punteggio al FADI e FADI sport $\leq$ 90% . | FADI e FADI sport; TTB; escursione del COP; SEBT            | GR sperimentale: 4 settimane di Balance Training.<br>GR controllo: 4 settimane in cui mantenere il medesimo livello di attività | Miglioramento statisticamente significativo per il gruppo sperimentale sia nel confronto intra e tra i gruppi per il FADI, FADI sport, SEBT e TTB e COP                                               |
| Linens et al 2016 (35)    | RCT     | Quantificare i miglioramenti negli impairments clinici nelle CAI usando un protocollo di riabilitazione con la wobble board | 34 soggetti fisicamente attivi     | Età 18 - 24 anni, storia di distorsioni di e sensazione di "giving way" da almeno 2 anni e CAIT < 27                                    | Foot lift test ; TBT; SEBT; side hop test figure 8 hop test | GR REH: 4 sett di riabilitazione con la wobble board (3 / sett con 5 livelli )<br>GR CON: no intervento.                        | Significative tutte le misure per variabile "tempo", e non per "gruppo" (solo SEBT). Significatività "time by group" per tutte le misure (no TBT). Significatività post hoc del GR REH nel post test. |

| AUTORE                    | DISEGNO | OBIETTIVI                                                                                                                           | POPOLAZIONE IN STUDIO                       | CRITERI DI INCLUSIONE                                                                          | OUTCOME                                                                                               | INTERVENTO                                                                                                               | RISULTATI                                                                                                                                      |
|---------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wright et al 2017 (34)    | RCT     | Definire l'efficacia della riabilitazione con wobble board e il rinforzo con resistenze elastiche.                                  | 40 studenti universitari.                   | Storia di distorsioni e sintomi residui di instabilità; CAIT $\leq 25$ .                       | CAIT, FAAM ADL e Sport, SF-36, GRF. Foot lift test, Time in balance, SEBT, Figure of 8 hop, Side hop. | GR WB: riabilitazione con la wobble board.<br>GR RT: riabilitazione con Theraband nelle 4 direzioni (3 X10).             | Significativa interazione gruppo e tempo nel FAAM ADL per il GR WB. Significativi miglioramenti nel post-intervento per tutte le altre misure. |
| Cloak et al 2013 (36)     | RCT     | Confrontare l'efficacia di un programma che unisce la vibrazione alla wobble board, rispetto alla sola wobble board o al controllo. | 33 giocatori di calcio a livello amatoriale | Storia di distorsioni di caviglia con sintomi residui; CAIT $\leq 23$ .                        | Centre of Mass distribution (COM); SEBT; Single-Leg Triple Hop for Distance (SLTHD).                  | GR 1: 6 sett di un programma con vibrazione + wobble board<br>GR 2: 6 sett con wobble board.<br>GR3: controllo.          | Il GR vibrazione + wobble board è migliorato nella distribuzione del COM, nella distanza al SEBT e al SLTHD rispetto alla GR wobble board.     |
| Cruz-Diaz et al 2015 (32) | RCT     | Determinare l'efficacia di 6 settimane di balance training su pazienti con CAI.                                                     | 70 atleti.                                  | Storia di distorsioni di caviglia e sensazione di instabilità nei precedenti 6 mesi; CAIT < 27 | CAIT; NRS; SEBT.                                                                                      | Oltre al routine work-out: GR 1 balance training (circuiti con 7 diversi compiti/strumenti).<br>GR 2: nessun intervento. | Differenze significative nel confronto intra-gruppo sperimentale e nel confronto tra i gruppi per il CAIT e il SEBT ma non per il dolore.      |

Tabella 2 e 3: Riassunto degli articoli inclusi.

### 3.3 Valutazione RCT tramite PEDro scale

Gli articoli inclusi in questa revisione sono stati valutati attraverso la PEDro scale. Come si può notare dalla tabella riassuntiva sottostante nessuno degli articoli ha ricevuto un punteggio totale tale da poter essere definito di scarsa qualità metodologica (punteggio  $\leq 3$ ). Quattro articoli sono risultati di media qualità con uno score complessivo di 4 (33,35) e 5 (31,36), mentre solamente due articoli hanno ricevuto un punteggio  $\geq 6$  tale da poterli definire di alta qualità: lo studio di Wright et al. (34) con uno score di 7 e quello di Cruz-Diaz et al. (32) con score di 8.

Interessante notare come tutti gli autori di tutti gli studi abbiano rivolto particolare attenzione per una corretta randomizzazione del campione in modo da ottenere un risultato positivo al criterio n.2 della PEDro scale. Anche il criterio n.11 ha raccolto tutti risultati positivi, cioè tutti gli studi hanno fornito le misure di grandezza e variabilità per gli outcome in studio.

Al contrario, come spesso accade negli articoli di interesse fisioterapico, i criteri n. 5 e 6 riguardanti il “cieco” dei soggetti e dei terapeuti, hanno determinato tutti punteggi negativi. Il “cieco” per i valutatori nel criterio n.7 è stato rispettato solo da due autori (31,32), mentre dei risultati migliori sono stati ottenuti nel criterio n.3, dove l’assegnazione dei soggetti al gruppo di trattamento è stata nascosta da tutti gli studi, tranne per quello di Linens et al. del 2016.

Nella pagina successiva sono riportati i punteggi relativi a ciascun articoli riassunti nella tabella 4.



| <b>PEDro's Scale</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | Schaefer et al. 2012 | McKeon et al 2008 | Linens et al 2016 | Wright et al 2017 | Cloak et al 2013 | Cruz-Diaz et al 2015 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| I criteri di elegibilità sono stati specificati                                                                                                                                                                                                                       | SI                   | NO                | NO                | SI                | SI               | NO                   |
| I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi                                                                                                                                                                                                     | SI                   | SI                | SI                | SI                | SI               | SI                   |
| L'assegnazione dei soggetti era nascosta                                                                                                                                                                                                                              | SI                   | SI                | NO                | SI                | SI               | SI                   |
| I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici                                                                                                                                                             | NO                   | NO                | NO                | SI                | NO               | SI                   |
| Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento                                                                                                                                                                                                               | NO                   | NO                | NO                | NO                | NO               | NO                   |
| Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato                                                                                                                                                                                        | NO                   | NO                | NO                | NO                | NO               | NO                   |
| Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio                                                                                                                                                                      | SI                   | NO                | NO                | NO                | NO               | SI                   |
| I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi                                                                                                                                     | NO                   | NO                | SI                | SI                | NO               | SI                   |
| Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stato analizzato per "intention-to-treat" | NO                   | NO                | NO                | SI                | NO               | SI                   |
| I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali                                                                                                                                                       | NO                   | SI                | SI                | SI                | SI               | SI                   |
| Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali                                                                                                                                                               | SI                   | SI                | SI                | SI                | SI               | SI                   |
| <b>TOTALE</b>                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>5</b>             | <b>4</b>          | <b>4</b>          | <b>7</b>          | <b>5</b>         | <b>8</b>             |

Tabella 4: Valutazione qualitativa degli studi secondo la PEDro scale.

## 4. Discussione

### 4.1 Criteri di inclusione

L'eterogeneità degli articoli si evince in primis dai criteri di inclusione scelti negli studi per il campionamento della popolazione. Come è stato già anticipato nel capitolo introduttivo, esiste una notevole confusione nella definizione delle Chronic Ankle Instability. Il primo criterio di inclusione di tutti gli studi è stato la storia clinica del soggetto, il quale deve aver avuto almeno un episodio di distorsione seguito da recidive e residuante sensazione di instabilità o "giving way". Schaefer et al. nel loro studio non hanno aggiunto altri punti se non quello di non aver avuto distorsioni nelle 6 settimane precedenti all'inizio della partecipazione (31). Lo studio di McKeon et al. (33) ha invece inserito altri due criteri: l'Ankle Instability Instrument (All), FADI ADL e FADI sport. La All è stata ideata da Docherty et al. nel 2006 (27) con lo scopo di individuare più facilmente i soggetti con Functional Ankle Instability. È composta da 12 items (APPENDICE 1) divisibili in 3 fattori, che includono le informazioni segnalate dai pazienti e segni e sintomi riportati dai medici. La FADI ADL contiene invece 26 items relativi ad attività della vita quotidiana, mentre la FADI Sport ne contiene 8 che valutano la percezione di disabilità dovuta al piede/caviglia in attività fisiche o sportive (APPENDICE 2). È stata valutata e definita la capacità di questi due strumenti di essere un valido mezzo per valutare le differenze e i miglioramenti dopo la riabilitazione nel CAI (37). McKeon ha definito dunque come criterio di inclusione per il lo studio più di 4 risposte "SI" nell'All e un punteggio al FADI e FADI sport  $\leq 90\%$ .

Gli altri 4 articoli della revisione hanno utilizzato un altro strumento per definire e valutare la gravità del CAI: il Cumberland Instability Tool (CAIT). È un questionario composto da 9 domande che generano un punteggio totale da 0 a 30, che è stato dimostrato avere un'alta affidabilità e validità (38). I quattro diversi studi, che hanno utilizzato questo strumento, hanno però considerato come criteri di inclusione, e dunque come soglia per definire se il soggetto sia affetto da CAI, diversi valori di riferimento: secondo Linens et al. (35) e Cruz-Diaz et al. (32) deve essere  $<27$ , secondo Wright et al. (34)  $\leq 25$  ed infine  $\leq 23$  per Cloak et al. (36). In accordo con quanto sostenuto da Hiller et al. (38) nel 2006, lo score per definire una CAI era un punteggio  $<27$ , ma uno studio di Wright del 20014 ha rivalutato i parametri definendo come nuovo valore di riferimento un punteggio  $\leq 25$  (39). La confusione sullo score implica la possibile inclusione di soggetti potenzialmente non affetti da CAI negli studi

che hanno un cut off alto: per esempio lo studio di Linens e quello di Cruz-Diaz potrebbero aver incluso pazienti con uno score di 26, cioè soggetti sani secondo l'ultima indagine di Wright.

Si può dunque intuire come le differenze tra gli studi che utilizzano altre scale, sia all'interno del gruppo di studi che fanno riferimento a diversi score della CAIT, potrebbe determinare la presenza di sostanziali divari nei vari campioni di popolazione. Nello specifico sia in termini di effettiva presenza della condizione patologica indagata, sia in termini di diversa intensità e gravità.

#### **4.2 Gruppi di intervento e misure di outcome**

Tra gli studi inclusi nella revisione, 2 hanno usato 3 diversi gruppi di intervento rendendo difficile poter capire il ruolo del balance training in questi articoli.

Nello studio di Schaefer et al. (31) il gruppo che esegue balance training viene considerato come semplice gruppo di controllo da confrontare con i gruppi a cui viene implementato il medesimo allenamento con GISTM reale e sham. In realtà i risultati dello studio evidenziano come i risultati dei 3 gruppi siano sovrapponibili per tutte le variabili in studio: pur non avendo eseguito il confronto tra i gruppi, i valori ottenuti per ogni outcome sono significativamente migliorati nel pre –post trattamento con simili effect size (solo il SEBT anteriore ha registrato nel DBT + GISTM un maggior effect size rispetto agli altri due). Questo significa che non è stato possibile dimostrare l'ipotesi degli autori sulla superiorità del trattamento aggiuntivo di GISTM. Per quanto concerne l'obiettivo di questa revisione, lo studio ha rappresentato una conferma del risultato positivo del programma di balance training proposto qualche anno prima da McKeon (33).

Il secondo studio che propone 3 diversi gruppi di intervento è quello di Cloak et al. (36) dove al controllo (nessun trattamento) è stato confrontato il solo balance training o il balance training con vibrazione. A differenza del precedente studio, il trattamento aggiuntivo, cioè la vibrazione inserita all'interno di una wobble board, sembra aver permesso il raggiungimento di miglioramenti significativi rispetto al controllo nel SLTHD e SEBT (anteriore e postero-laterale). Il confronto con il solo balance training non ha ottenuto la significatività statistica. Sarebbe stato interessante verificare anche la comparazione tra i due gruppi di trattamento, dal momento in cui è stato eseguito il confronto solo controllo/wobble board e controllo/

wobble board + vibrazione. Questo avrebbe permesso di valutare meglio il ruolo del balance training.

L'allenamento proposto dagli autori (APPENDICE 3) si è sviluppato in 2 sessioni per 6 settimane con solo la wobble board: la difficoltà aumentava attraverso l'aggiunta di diverse tipologie di task richiesti, differenti pad da posizionare sotto la tavola propriocettiva, maggior durata e carico. Probabilmente il motivo della mancata significatività è da ricercare nella scarsa qualità metodologica secondo la PEDro scale e/o nella tipologia di esercizio richiesto sulla wobble board dal momento in cui altri studi dimostrano come questo strumento, anche da solo, sia una valida proposta di balance training (34,35).

Linens et al. (35) nel 2016 hanno proposto un training di 3 giorni a settimana per 4 settimane con la sola wobble board, una piattaforma circolare con una cupola di diverse misure montata su uno dei due lati in modo da rendere l'esercizio più o meno stimolante. In questo allenamento veniva richiesto di rimanere in appoggio monopodalico sulla tavoletta eseguendo delle rotazioni in senso orario e antiorario sul suo bordo. I risultati hanno dimostrato un miglioramento significativo nel gruppo sperimentale per tutte le misure di outcome indagate, non ottenuto invece dal gruppo di controllo. Solo uno degli outcome per il controllo posturale statico (Time in balance) non ha incontrato la significatività statistica nel confronto con il controllo. Lo scopo dell'autore è stato quello di indagare l'efficacia di un unico strumento per il balance training, dal momento in cui gli studi svolti negli anni passati prevedevano l'uso di un programma con più elementi ("multi-station programs") (22). Usando un equipaggiamento minimo è stato dimostrato il medesimo effect size dei precedenti articoli: all'interno di un multi-station program è difficile poter determinare se il singolo esercizio possa portare dei benefici e dei risultati. Quest'articolo va dunque in contrapposizione con quanto ottenuto da Cloak qualche anno prima: infatti viene rivalutato il ruolo della wobble board, che fino a quel momento non è stata in grado di mostrare una buona efficacia terapeutica se usata da sola e non in unione ad altri esercizi di balance training (multistation program (33) ) o ad altre tecniche (vibrazione (36) ). Tuttavia lo studio di Linens et al. presenta diversi limiti, tra cui una qualità metodologica media (PEDro scale 4/10) che comporta la necessità di altre indagini più rigorose. Allo stesso modo, un gruppo di controllo non adeguato rappresenta un difetto da superare attraverso nuovi studi che prevedano un confronto della wobble board con un altro trattamento.

Con questo fine è stato infatti impostato il lavoro di Wright et al. (34) dell'anno successivo. L'autore insieme a Linens e Cain ha deciso di usare il medesimo protocollo di lavoro attraverso la wobble board, ma confrontandolo con un altro gruppo di trattamento che avrebbe eseguito degli esercizi con resistenze elastiche (Theraband). È già stato infatti precedentemente dimostrato come il rinforzo con il Theraband sia in grado di migliorare il senso di posizione (40), ma non è mai stata valutata attraverso misure cliniche o patient-oriented. Metodologicamente migliore rispetto al precedente articolo (PEDro scale 7/10), ha indagato numerose risposte a questionari e test funzionali rendendo clinicamente interessanti i risultati trovati. Quello che emerge è che le misure di outcome sono risultate significativamente migliorate nel post-intervento per entrambi i gruppi, tranne la FAAM ADL che non è cambiata nel gruppo con il Theraband, rendendo significativo anche il confronto tra i gruppi a favore della wobble board. Risultano dunque limitate le evidenze che supportino il protocollo wobble board rispetto all'altro intervento, anche se l'autore riporta in modo aneddotico la preferenza dei soggetti in studio per il balance training in quanto ritenuto più stimolante. Quello che è però maggiormente interessante per la revisione è la conferma dei risultati ottenuti l'anno precedente dal medesimo training: gli outcome comuni ai due studi hanno mostrato delle misure ripetibili, rinforzate da una qualità metodologica migliore e dai risultati positivi di nuovi questionari e test funzionali. Inoltre è necessario sottolineare due aspetti: i valori dei test funzionali di salto, non solo sono simili a quelli ottenuti dagli altri studi con il medesimo programma di wobble board (35,41), ma sono anche molto vicini a quelli riportati da soggetti di controllo sani (42). Inoltre i miglioramenti dei valori ottenuti nel SEBT, usato come indicatore di equilibrio dinamico, sono stati simili ad altri studi inclusi in questa revisione, ma che sfruttano un intervento riabilitativo con più esercizi (31–33). Questi risultati dunque sottolineano che il training con la wobble board, non solo è in grado di ottenere dei risultati comparabili a balance training più complessi ed articolati, ma permette di raggiungere dei miglioramenti tali da portare le performance del soggetto con CAI simili a quelle del sano. Questo gruppo di lavori sono al momento gli unici ad indagare un'unica tipologia di balance training, permettendo dunque di individuare una valida alternativa ai classici multi-station program. Rimane comunque necessario determinare se questo programma sia in grado di prevenire recidive di distorsioni, come invece, è già stato dimostrato negli studi che propongo interventi multimodali (43).

Lo studio di Cruz-Diaz et al. (32) del 2012 è proprio uno di quelli che, in contrapposizione con i precedenti, propone un protocollo di balance training di 6 settimane basato su diverse tipologie di esercizio. Nello specifico il programma comprende 7 compiti (con difficoltà crescenti) da eseguire con differenti tipi di materiali: materassino di diversi spessori, Dynair, Bosu, mini trampolini, foam roller, resistenze elastiche e bolla propriocettiva (APPENDICE 4). Un circuito con diverse stazioni permette a più atleti di allenarsi contemporaneamente anche con diversi livelli di intensità. Tra gli studi inclusi in questa revisione, quello di Cruz-Diaz risulta quello metodologicamente migliore con un punteggio 8/10 alla PEDro scale. Quello che emerge dall'articolo è un miglioramento clinicamente significativo sia intra che tra i gruppi per il CAIT e il SEBT, ma non per il dolore. In particolare i risultati ottenuti nel CAIT risultano essere interessanti. In questo studio le misure medie del post-trattamento del gruppo sperimentale al questionario sono  $26,34 \pm 1,64$  cioè hanno superato o comunque quasi raggiunto il cut off per definire il soggetto sano (25 secondo Wright (39) o 27 secondo Hiller (38) ). Anche lo studio di Wright ha usato questa misura di outcome raggiungendo la significatività statistica solo nel confronto pre e post-trattamento. In questo caso però le misure medie registrate sono più basse con un valore di  $22,20 \pm 3,82$ . Sembra dunque che il multistation balance training sia in grado di migliorare la severità del CAI e la sensazione di instabilità percepita dal paziente.

McKeon e Schaefer (31,33) hanno invece usato un altro programma riabilitativo della durata di 4 settimane in cui, per 20 minuti 3 volte a settimana, hanno eseguito diverse attività di equilibrio in appoggio monopodalico (APPENDICE 5). Questo programma, ideato e messo in atto la prima volta da McKeon nel 2008 (33) e poi ripreso da Schaefer (31) nel 2012, permette di aumentare la difficoltà dell'esercizio al migliorare delle abilità del paziente, modificando i tasks o gli strumenti usati. I due lavori hanno indagato differenti questionari per le misure self-reported, mentre hanno entrambi valutato il SEBT per l'equilibrio dinamico. Questo, aggiunto alla diversità del disegno di studio e dell'analisi statistica effettuata, rende in parte difficile un confronto dei dati ottenuti. McKeon ha infatti ottenuto la significatività statistica nella comparazione pre e post-trattamento e tra i gruppi per la FADI ADL, FADI Sport e per alcuni valori del SEBT (postero-laterale e postero-mediale). Schaefer invece, come già presentato, ha ottenuto dei miglioramenti tra pre e post-trattamento nel gruppo di solo balance training, senza però riuscire a definirne uno migliore dell'altro (non è stato eseguito un confronto diretto tra i gruppi in studio). Si può dunque

confermare l'efficacia del programma e fare una considerazione riguardo la scelta dell'uso dei questionari self-reported, dal momento che McKeon ha usato la FADI mentre Schaefer la FAAM. La FADI è un questionario che può essere considerato parallelo rispetto alla FAAM in quanto entrambi sono indicati per problematiche generiche di piede e caviglia. A sostegno dei risultati positivi ottenuti, anche Wright ha ottenuto la significatività statistica nel gruppo di balance training alla FAAM ADL e Sport. Inoltre anche lo studio di Hale et al. del 2007 (19) ha dimostrato come un programma di riabilitazione che comprenda anche il balance training sia in grado di fornire ai soggetti con CAI maggiori miglioramenti nella FADI ADL e Sport rispetto al controllo, sia CAI che sano.

Lo studio di Wright et al. (34) è stato l'unico a usare la Global Rating of Function (GRF) che è stata dimostrata avere una moderata/ forte correlazione con la FAAM (44). È una scala che si basa su una sola domanda: "On a scale from 0-100, what would you rate your ankle use as if 0= no use of your ankle (cannot put weight on it at all) and 100 = full use of your ankle (not limited at all)?". L'autore ha incluso questa misura pensando che fosse poco pratico e realizzabile usare dei questionari multi-items in un contesto di pratica clinica, e quindi che uno strumento come questo potesse rappresentare una valida alternativa. Anche se i risultati ottenuti hanno raggiunto la significatività statistica, gli autori sconsigliano l'uso di questa scala come unico strumento di misura, a causa del discomfort e della confusione che i partecipanti hanno segnalato nel riuscire ad assegnare un numero alla loro funzione.

Ulteriore analisi merita l'unico test clinico indagato da tutti gli studi inclusi in questa revisione: lo Star Excursion Balance Test (SEBT). Il test è stato eseguito da tutti gli autori come è stato descritto da Hertel et al. nel 2006 (45) (APPENDICE 6), normalizzando i valori ottenuti per la lunghezza della gamba dei partecipanti. Le direzioni indagate sono state sempre l'anteriore, postero-mediale e postero-laterale, tranne Wright che ha studiato solo la postero-mediale (46). Negli articoli inclusi (31-36) il balance training ha determinato un miglioramento del SEBT, e dunque del controllo posturale dinamico, in almeno 2 delle 3 direzioni. Nello specifico, è interessante notare come la direzione anteriore è stata quella che ha raggiunto in meno articoli la significatività, se non comunque un miglioramento minore rispetto alla postero-mediale e postero-laterale. Questo potrebbe essere dovuto alle modificazioni articolari locali che interessano i soggetti con CAI: la direzione anteriore potrebbe essere infatti più sensibile alle alterazioni artrocinematiche, come la riduzione del glide posteriore talare o del ROM in dorsiflessione (47,48). A sostegno di tale ipotesi ci sono

i risultati dello studio di Schaefer (31): tutte le direzioni del SEBT sono migliorate nel post-trattamento, ma un maggior effetto è stato riscontrato in quella anteriore nel gruppo sperimentale che univa il balance training alla GISTM. Sembra dunque possibile che la mobilizzazione sia stata in questo caso in grado di portare un risultato aggiuntivo nel raggiungimento delle distanze anteriori.

La variabile dolore è stata indagata solo da due articoli inclusi nella revisione: attraverso la Numeric Rating Scale (NRS) da Cruz-Diaz et al. (32) e la Visual Analogue Scale (VAS) da Schaefer et al. (31). In questo caso i risultati dei due studi sono contrastanti: nel primo non è stato possibile raggiungere la significatività statistica né nel pre e post trattamento, né nel confronto tra gruppi, mentre nel secondo il dolore sembra essere migliorato in tutti e 3 i gruppi di intervento. A tal proposito bisogna però sottolineare come, proprio nell'articolo di Schaefer, i soggetti in studio non hanno riportato un dolore importante alla baseline ( $<2/10$ ). Inoltre il valore in esame è diminuito leggermente nel post-test senza però raggiungere il MCID: si tratta dunque di un cambiamento clinicamente non rilevante.

Infine, nello studio di Wright et al. (34) è stata indagata la qualità della vita che è risultata aumentata di 2,8 punti per il gruppo wobble board. Seppur piccolo, il cambiamento trovato può avere delle importanti implicazioni, dal momento che è stato dimostrato che riduzioni anche solo di 3 punti sono associate ad un rischio aumentato del 40% di inabilità al lavoro (49). Sarebbe interessante indagare in modo più approfondito le variabili in grado di spiegare una maggiore varianza nella percezione della qualità della vita: Houston et al. hanno cercato di spiegare la varianza nella versione ridotta del SF-36 (SF-12) con delle variabili clinicamente significative tra cui il ROM in dorsiflessione, la distanza raggiunta al SEBT postero-laterale e la sensibilità cutanea plantare (50).



## 5. Conclusioni

Lo scopo di questa revisione è stato di indagare gli effetti del balance training in relazione ai principali outcome clinicamente rilevanti nel CAI.

Il balance training si è dimostrato in grado di migliorare gli esiti degli outcome clinici self reported, in termini di disabilità e funzione, grado di instabilità percepita dal paziente e qualità della vita. Il balance training non sembra però essere stato in grado di ottenere questi miglioramenti per l'outcome dolore. Risultati molto incoraggianti sono stati invece ottenuti anche nei test clinici sia di salto che di controllo posturale statico e dinamico.

È stato inoltre possibile individuare le varie tipologie di balance training proposte in letteratura. La più indagata è risultata senza dubbio quella che prevede la combinazione di diversi esercizi e task richiesti, cioè quello che viene comunemente definito come "multi-station program". Questa tipologia di training si è dimostrata negli anni la metodologia più comune ed ha ottenuto nel tempo buoni risultati in termini sia di outcome self reported sia come prevenzione per nuove recidive. Inoltre i risultati ottenuti hanno permesso di valutare come valida alternativa, anche programmi che hanno previsto l'uso di un solo strumento, come la wobble board. Questo si è dimostrato in grado di ottenere esiti simili al classico multi-station program anche se future indagini sono necessarie per definirne meglio la sua efficacia. I risultati ottenuti dalla wobble board sono essenziali per poter determinare il valore dei singoli strumenti usati nei multi-station program: nuovi studi dovrebbero indagare gli effetti di ciascuno di questi esercizi, con lo scopo di identificare i migliori e dunque stilare un eventuale multi-station program ideale.

Le evidenze emerse dalla letteratura suggeriscono che le caratteristiche dei pazienti che sviluppano un'instabilità cronica di caviglia non sono omogenee, e che la stessa definizione non risulta uniforme creando confusione e difficoltà d'interpretazione. Rispetto alla ricerca condotta sono emerse evidenze limitate, nonostante i risultati positivi ottenuti dai singoli studi, a causa dell'eterogeneità e della qualità degli articoli trovati.

Le future ricerche dovranno dunque considerare i limiti della letteratura presente fino ad ora per poter definire con maggior sicurezza gli effetti del balance training nella popolazione con CAI.

## APPENDICI

### APPENDICE 1: Ankle Instability Instrument (27)

| Ankle Instability Instrument                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instructions</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                       |
| This form will be used to categorize your ankle instability. A separate form should be used for the right and left ankles. Please fill out the form completely. If you have any questions, please ask the administrator of the survey. Thank you for your participation. |                                                                                       |
| 1. Have you ever sprained an ankle?                                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| 2. Have you ever seen a doctor for an ankle sprain?                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| If yes,                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |
| 2a. How did the doctor categorize your most serious ankle sprain?                                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
| <input type="checkbox"/> Mild (grade 1) <input type="checkbox"/> Moderate (grade 2) <input type="checkbox"/> Severe (grade 3)                                                                                                                                            |                                                                                       |
| 3. Did you ever use a device (such as crutches) because you could not bear weight due to an ankle sprain?                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| If yes,                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |
| 3a. In the most serious case, how long did you need to use the device?                                                                                                                                                                                                   |                                                                                       |
| <input type="checkbox"/> 1–3 days <input type="checkbox"/> 4–7 days <input type="checkbox"/> 1–2 weeks <input type="checkbox"/> 2–3 weeks <input type="checkbox"/> >3 weeks                                                                                              |                                                                                       |
| 4. Have you ever experienced a sensation of your ankle “giving way”?                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| If yes,                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |
| 4a. When was the last time your ankle “gave way”?                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
| <input type="checkbox"/> <1 month <input type="checkbox"/> 1–6 months ago <input type="checkbox"/> 6–12 months ago <input type="checkbox"/> 1–2 years ago <input type="checkbox"/> >2 years                                                                              |                                                                                       |
| 5. Does your ankle ever feel unstable while walking on a flat surface?                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| 6. Does your ankle ever feel unstable while walking on uneven ground?                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| 7. Does your ankle ever feel unstable during recreational or sport activity?                                                                                                                                                                                             | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A |
| 8. Does your ankle ever feel unstable while going <i>up</i> stairs?                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |
| 9. Does your ankle ever feel unstable while going <i>down</i> stairs?                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No                              |

### APPENDICE 2: FADI e FADI Sport (37)

| Foot and Ankle Disability Index Items         | Foot and Ankle Disability Index Sport Items                            |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Standing                                      | Running                                                                |
| Walking on even ground                        | Jumping                                                                |
| Walking on even ground without shoes          | Landing                                                                |
| Walking up hills                              | Squatting and stopping quickly                                         |
| Walking down hills                            | Cutting, lateral movements                                             |
| Going up stairs                               | Low-impact activities                                                  |
| Going down stairs                             | Ability to perform activity with your normal technique                 |
| Walking on uneven ground                      | Ability to participate in your desired sport as long as you would like |
| Stepping up and down curves                   |                                                                        |
| Squatting                                     |                                                                        |
| Sleeping                                      |                                                                        |
| Coming up on your toes                        |                                                                        |
| Walking initially                             |                                                                        |
| Walking 5 minutes or less                     |                                                                        |
| Walking approximately 10 minutes              |                                                                        |
| Walking 15 minutes or greater                 |                                                                        |
| Home responsibilities                         |                                                                        |
| Activities of daily living                    |                                                                        |
| Personal care                                 |                                                                        |
| Light to moderate work (standing, walking)    |                                                                        |
| Heavy work (push/pulling, climbing, carrying) |                                                                        |
| Recreational activities                       |                                                                        |
| General level of pain                         |                                                                        |
| Pain at rest                                  |                                                                        |
| Pain during your normal activity              |                                                                        |
| Pain first thing in the morning               |                                                                        |

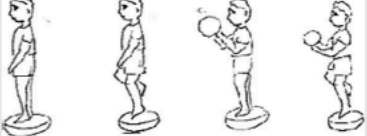
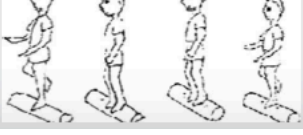
\*Subjects were given the following instructions: “Please answer every question with one response that most closely describes your condition within the past week. If the activity in question is limited by something other than your foot or ankle, mark N/A.” Subjects rate the activity as no difficulty at all (4 points), slight difficulty (3 points), moderate difficulty (2 points), extreme difficulty (1 point), unable to do (0 points), or N/A (not applicable). For pain related to the foot and ankle, subjects select no pain (4 points), mild (3 points), moderate (2 points), severe (1 point), or unbearable (0 points). The Foot and Ankle Disability Index scores are recorded as a percentage of 104 points. The Foot and Ankle Disability Index Sport scores are recorded as a percentage of 32 points.

### APPENDICE 3: Balance training proposto da Cloak et al. (36)

| Exercise                              | Difficulty                       | Function Pad                     | Time            | Hertz |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------|
| <b>Week 1</b>                         |                                  |                                  |                 |       |
| Standing on 1 leg                     | Static hands on hips             | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| Heel raises on 1 leg                  | Isometric with support           | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| Single-leg step ups                   | Hands on hips                    | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| Single-leg straight leg<br>dead lifts | Hands on hips                    | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| <b>Week 2</b>                         |                                  |                                  |                 |       |
| Standing on 1 leg                     | Static hands on hips             | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| Heel raises on 1 leg                  | Isometric with support           | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| Single-leg step ups                   | Hands on hips                    | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| Single-leg straight leg<br>dead lifts | Hands on hips                    | Dark blue-soft<br>2-intermediate | 2 × 45 each leg | 30    |
| <b>Week 3</b>                         |                                  |                                  |                 |       |
| Standing on 1 leg                     | 3-kg medicine ball above<br>head | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| Heel raises on 1 leg                  | Isometric with support           | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| Single-leg step ups                   | 3-kg medicine ball above<br>head | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| Single-leg straight leg<br>dead lifts | 3-kg medicine ball in<br>hands   | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| <b>Week 4</b>                         |                                  |                                  |                 |       |
| Standing on 1 leg                     | 3-kg medicine ball above<br>head | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| Heel raises on 1 leg                  | Isometric with support           | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| Single-leg step ups                   | 3-kg medicine ball above<br>head | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| Single-leg straight leg<br>dead lifts | 3-kg medicine ball in<br>hands   | Red-soft 3-difficult             | 2 × 60 each leg | 35    |
| <b>Week 5</b>                         |                                  |                                  |                 |       |
| Standing on 1 leg                     | Volley ball back to partner      | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| Heel raises on 1 leg                  | Isometric with support           | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| Single-leg step ups                   | 3-kg medicine ball above<br>head | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| Single-leg straight leg<br>dead lifts | 3-kg medicine ball in<br>hands   | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| <b>Week 6</b>                         |                                  |                                  |                 |       |
| Standing on 1 leg                     | Volley ball back to partner      | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| Heel raises on 1 leg                  | Isometric with support           | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| Single-leg step ups                   | 3-kg medicine ball above<br>head | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |
| Single-leg straight leg<br>dead lifts | 3-kg medicine ball in<br>hands   | Blue-challenging fitness<br>pad  | 2 × 75 each leg | 40    |

Wobble board group completed exercises in the absence of vibration.

#### APPENDICE 4: Balance training proposto da Cruz-Diaz et al. (32)

| Exercise      | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Figures                                                                              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| exercise mats | Maintain a standing position on a single limb, on surfaces of various thickness from 1 to 10 cm.<br>First 2 weeks: 1 cm mat.<br>2/4 weeks 5 cm mat.<br>4/6 weeks 10 cm mat.                                                                                                                                        |   |
| Dynair        | Maintain a standing position in a double and single limb combined with ball throwing and catching.<br>First 2 weeks: double limb stance.<br>2/4 weeks: Single limb stance.<br>4/6 weeks throwing and catching in double and single limb stance.                                                                    |   |
| Bosu          | First 2 weeks: Maintain proper balance in a double and single limb stance.<br>Weeks 2/4: Standing position in a double and single limb stance (convex surface on the floor).<br>Weeks 4/6: Standing position in a double and single limb stance (convex surface on the floor) combined with throwing and catching. |   |
| Minitramp     | First 2 weeks: Standing in a single limb stance.<br>2/4: Jumping with affected leg.<br>4/6 ball throwing and catching.                                                                                                                                                                                             |   |
| Foam Roller   | First 2 weeks: Maintain proper balance on a double limb stance with semicircular foam.<br>2/4 single limb stance.<br>4/6 double and single limb stance on cylindrical foam                                                                                                                                         |  |

#### APPENDICE 5: Balance training proposto da McKeon et al. (33)

##### Single-Limb Hops to Stabilization (10 Repetitions per Direction)

Subject performed 10 hops in each direction. Each repetition consisted of a hop from the starting position to the target position (18, 27, or 36 inches). After stabilizing balance in a single-limb stance, participants hopped in the exact opposite direction back to the starting position and stabilized in the single-limb stance.

Four directions of hops (Figura 2): 1) anterior/posterior, 2) medial/lateral, 3)

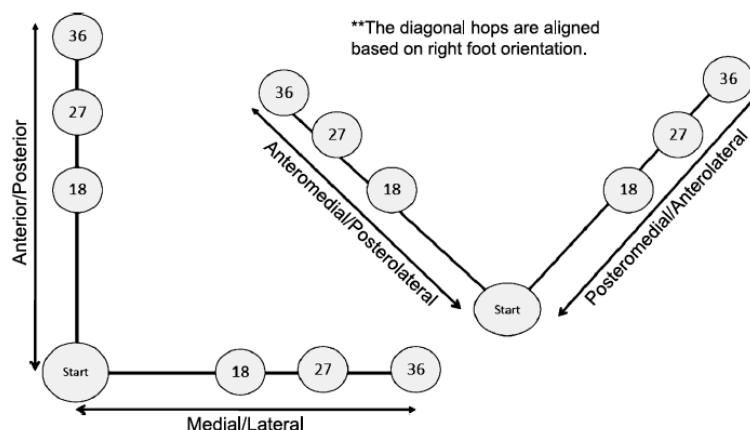


Figura 2

anterolateral/posteromedial, and 4) anteromedial/posterolateral. Participants were not able to move to the next level in each category until they demonstrated 10 repetitions error-free. Errors were determined on the basis

of the following:

- a. Touching down with opposite limb
- b. Excessive trunk motion (930- lateral flexion)
- c. Removal of hands from hips during hands on hips activities
- d. Bracing the nonstance limb against the stance limb
- e. Missing the target

### **Hop to Stabilization and Reach (Five Repetitions)**

Combined with the mentioned exercises, however, after stabilization in the single-limb stance, participants had to reach back to the starting position. Repetitions were counted in the same manner mentioned previously. Participants hopped, stabilized, and reached back to the starting position. Then they hopped back to the starting position and reached to the target position. Participants were not able to advance to the next level in each direction until they demonstrated five repetitions error-free. Errors were determined on the basis of the following:

- a. All errors associated with hop to stabilization
- b. Using the reaching leg for a substantial amount of support during reaching component

All directions for Hop to Stabilization and Hop to Stabilization and Reach had seven levels of difficulty to progress:

- 1. 18-inch hop. Allowed to use arms to aid in stabilizing balance after landing.
- 2. 18-inch hop with hands on hips while stabilizing balance after landing.
- 3. 27-inch hop. Allowed to use arms to aid in stabilizing balance after landing.
- 4. 27-inch hop with hands on hips while stabilizing balance after landing.
- 5. 36-inch hop. Allowed to use arms to aid in stabilizing balance after landing.
- 6. 36-inch hop with hands on hips while stabilizing balance after landing.
- 7. 36-inch hop from a 6-inch platform.

### **Unanticipated Hop to Stabilization**

Participants stood in the middle of a nine-marker grid (Figura 3). A sequence of numbers was displayed on a computer screen in front of the participants. Each number corresponded to a target position to which they would hop.

As the progression of numbers changed, participants would hop to the new target position. The hop to stabilization rules were applied for this activity; however, in this case, participants were allowed to use any combination of hops (AP, ML, AM/PL, or AL/PM) they desired to accomplish the goal of getting through the sequence error-free. As a participant developed proficiency, the amount of time per move was reduced. In each session, participants performed three sequences of numbers.

Levels of unanticipated hop to stabilization

Level 1: 5 s per move.

Level 2: 3 s per move.

Level 3: 1 s per move.

Level 4: If subject can progress to completion of all moves within 1 s without error, a foam pad will be placed on one of the numbers during the sequence. The subject will then continue the progression at the same level of intensity. If he or she cannot complete the course error-free, the time constraint will be reduced to the level below.

Level 5: If subject can progress to completion of all moves at Level 3 with the foam pad error-free, a step will be added to an additional number.

Level 6: If a subject progresses error-free, an additional foam pad will be added to one of the numbers, resulting in two foam pads and one step.

Level 7: If a subject progresses error-free, an additional step will be included, resulting in two foam pads and two steps.

Errors were determined on the basis of the following:

- a. Touching down with opposite limb
- b. Excessive trunk motion (9 30- lateral flexion)
- c. Removal of hands from hips during hands on hips activities
- d. Bracing the nonstance limb against the stance limb
- e. Missing the target

Each sequence of numbers was random such as 9, 7, 1, 6, 4, 5, 3, 8, 2.

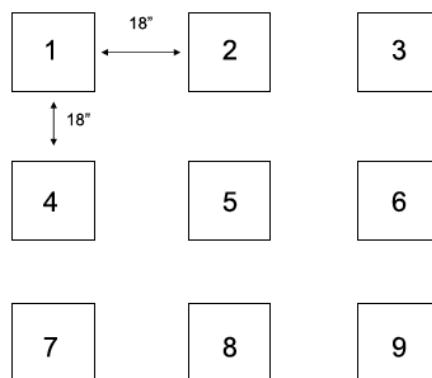


Figura 3

### Single-Limb Stance Activities

Participants performed three repetitions of single-limb stance activities. Each activity (eyes open and eyes closed) had seven levels of difficulty. Single-limb stance eyes open:

1. Arms across chest on hard floor for 60 s
2. Arms across chest for 30 s on foam pad
3. Arms across chest for 60 s on foam pad
4. Arms across chest for 90 s on foam pad

Ball toss on foam

5. 30 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball
6. 60 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball
7. 90 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball

Single-limb stance eyes closed

1. Arms out on hard floor for 30 s
2. Arms across chest on hard floor for 30 s
3. Arms across chest on hard floor for 60 s
4. Arms out on foam pad for 30 s
5. Arms across chest for 30 s on foam pad
6. Arms across chest for 60 s on foam pad
7. Arms across chest for 90 s on foam pad

Participants were not able to advance to the next level in each category until they demonstrated three repetitions error-free. Errors were determined on the basis of the following:

- a. Subjects touching down with opposite limb
- b. Excessive trunk motion (930- lateral flexion)
- c. Removal of arms from across chest during specified activities
- d. Bracing the nonstance limb against the stance limb

### **Example of a Typical Session**

#### **1. Hop to stabilization**

Anterior/posterior—Level 2, 10 repetitions

Medial/lateral—Level 1, 10 repetitions

Anterolateral/posteromedial—Level 2, 10 repetitions

Anteromedial/posterolateral—Level 2, 10 repetitions

#### **2. Unanticipated hop to stabilization—Level 1, Sequence 1**

#### **3. Hop to stabilization and reach**

Anterior/posterior—Level 2, 5 repetitions

Medial/lateral—Level 1, 5 repetitions

Anterolateral/posteromedial—Level 2, 5 repetitions

Anteromedial/posterolateral—Level 2, 5 repetitions

#### **4. Unanticipated hop to stabilization—Level 1, Sequence 2**

#### **5. Single-limb stance eyes open—Level 4, 3 repetitions**

#### **6. Single-limb stance eyes closed—Level 2, 3 repetitions**



## APPENDICE 6: Star Excursion Balance Test (45)

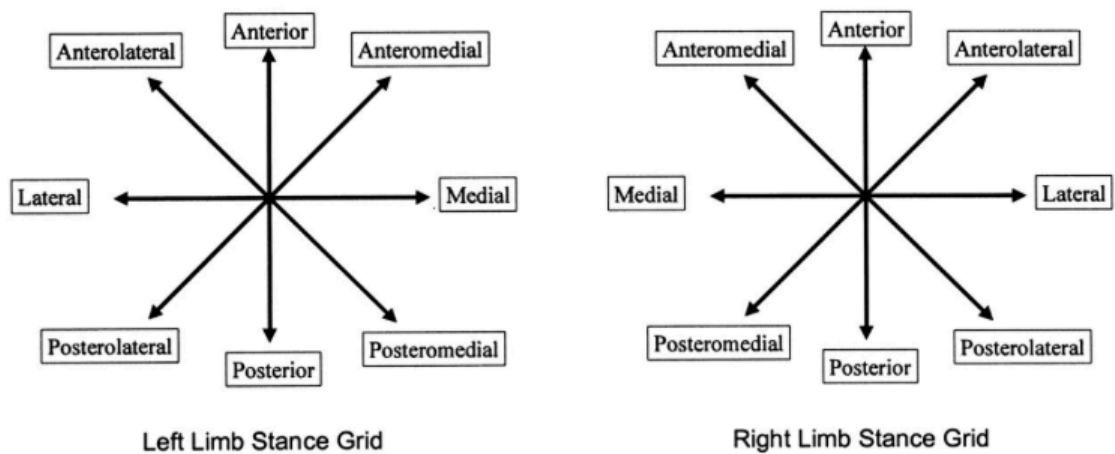


Figura 4: Rappresentazione della griglia per l'esecuzione del test.



Figura 5: Raggiungimento della direzione posteromediale dello Star Excursion Balance Test eseguito in equilibrio sull'arto sinistro

## Bibliografia

1. Liu SH, Nguyen TM. Ankle sprains and other soft tissue injuries. [Internet]. Vol. 11, Current opinion in rheumatology. 1999. p. 132–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10319217>
2. Renstrom P. Persistently Painful Sprained Ankle. J Am Acad Orthop Surg [Internet]. 1994;2(5):270–80. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10709019>
3. Giza E, Fuller C, Junge A, Dvorak J. Mechanisms of Foot and Ankle Injuries in Soccer. Am J Sports Med [Internet]. 2003;31(4):550–4. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465030310041201>
4. Mangwani J, MA H, TW S, J. M, M.A. H, T.W.D. S. Chronic lateral ankle instability: Review of anatomy, biomechanics, pathology, diagnosis and treatment. Foot. 2001;11(2):76–84.
5. Kerkhoffs GMMJ, Handoll HHG, De Bie R, Rowe BH, Struijs PAA. Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2007.
6. McKay GD, Goldie PA, Payne WR, Oakes BW. Ankle injuries in basketball: Injury rate and risk factors. Br J Sports Med. 2001;35(2):103–8.
7. O'Loughlin PF, Murawski CD, Egan C, Kennedy JG. Ankle instability in sports. Vol. 37, Physician and Sportsmedicine. 2009. p. 93–103.
8. Karlsson J, Eriksson BI, Sward L. Early functional treatment for acute ligament injuries of the ankle joint. Scand J Med Sci Sports. 1996;6(6):341–5.
9. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin CWC, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(11):2106–21.
10. Drewes LK, McKeon PO, Paolini G, Riley P, Kerrigan DC, Ingersoll CD, et al. Altered ankle kinematics and shank-rear-foot coupling in those with chronic ankle instability. J Sport Rehabil [Internet]. 2009;18(3):375–88. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19827501>
11. Brown C. Foot clearance in walking and running in individuals with ankle instability. Am J Sports Med. 2011;39(8):1769–76.
12. Monaghan K, Delahunt E, Caulfield B. Ankle function during gait in patients with chronic ankle instability compared to controls. Clin Biomech. 2006;21(2):168–74.
13. Konradsen L, Olesen S, Hansen HM. Ankle Sensorimotor Control and Eversion Strength after Acute Ankle Inversion Injuries. Am J Sports Med [Internet]. 1998;26(1):72–7. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465980260013001>
14. Arnold BL, Wright CJ, Ross SE. Functional ankle instability and health-related quality of life. J Athl Train [Internet]. 2011;46(6):634–41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22488189>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3418941/pdf/i1062-6050-46-6-634.pdf>
15. Hertel J. Functional Instability Following Lateral Ankle Sprain. Sport Med [Internet]. 2000;29(5):361–71. Available from: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200029050-00005>
16. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. Vol. 37, Journal of Athletic Training. 2002. p. 364–75.

17. Bozkurt M, Doral MN. Anatomic Factors and Biomechanics in Ankle Instability. Vol. 11, Foot and Ankle Clinics. 2006. p. 451–63.
18. Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. Vol. 41, Sports Medicine. 2011. p. 221–32.
19. Hale S a, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(6):303–11.
20. Cruz-Díaz D, Lomas Vega R, Osuna-Pérez MC, Hita-Contreras F, Martínez-Amat A. Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2015;37(7):601–10.
21. Webster KA, Gribble PA. Functional Rehabilitation Interventions for Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *J Sport Rehabil [Internet].* 2010;19(1):98–114. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.19.1.98>
22. Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(12):1991–8.
23. Chan KW, Ding BC, Mroczek KJ. Acute and chronic lateral ankle instability in the athlete. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2011;69(1):17–26.
24. Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G. Effects of Different Warm-Up Periods on Knee Proprioception and Balance in Healthy Young Individuals. *J Sport Rehabil [Internet].* 2008;17(2):186–205. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.17.2.186>
25. Freeman M a, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47(4):678–85.
26. Peterka RJ, Loughlin PJ. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 2004;91:410–23.
27. Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL, Hurwitz SR. Development and reliability of the ankle instability instrument. *J Athl Train.* 2006;41(2):154–8.
28. Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Factors affecting stabilometry recordings of single limb stance. *Am J Sports Med.* 1984;12(3):185–8.
29. van Rijn RM, Willemsen SP, Verhagen AP, Koes BW, Bierma-Zeinstra SMA. Explanatory variables for adult patients' self-reported recovery after acute lateral ankle sprain. *Phys Ther.* 2011;91(1):77–84.
30. Verhagen AP, De Vet HCW, De Bie RA, Kessels AGH, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol.* 1998;51(12):1235–41.
31. Schaefer JL, Sandrey MA. Effects of a 4-Week Dynamic-Balance-Training Program Supplemented with Graston Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization for Chronic Ankle Instability. *J Sport Rehabil [Internet].* 2012;21(4):313–26. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.21.4.313>
32. Cruz-Díaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez MC, Contreras FH, Martínez-Amat A. Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Int J Sports Med [Internet].* 2015;36(9):754–60. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0034-1398645%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25969966>
33. Mckeen PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci*

- Sports Exerc. 2008;40(10):1810–9.
34. Wright CJ, Linens SW, Cain MS. A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2017;26(4):238–49. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.2015-0189>
  35. Linens SW, Ross SE, Arnold BL. Wobble board rehabilitation for improving balance in Ankles with chronic instability. *Clin J Sport Med*. 2016;26(1):76–82.
  36. Cloak R, Nevill A, Day S, Wyon M. Six-week combined vibration and wobble board training on balance and stability in footballers with functional ankle instability. *Clin J Sport Med*. 2013;23(5):384–91.
  37. Hale SA, Hertel J. Reliability and Sensitivity of the Foot and Ankle Disability Index in Subjects With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2005;40(1):35–40.
  38. Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The Cumberland Ankle Instability Tool: A Report of Validity and Reliability Testing. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(9):1235–41.
  39. Wright CJ, Arnold BL, Ross SE, Linens SW. Recalibration and validation of the Cumberland ankle instability tool cutoff score for individuals with chronic ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(10):1853–9.
  40. Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *J Athl Train* [Internet]. 1998;33(4):310–4. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1320579&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
  41. Cain MS, Garceau SW, Linens SW. Effects of a 4-Week Biomechanical Ankle Platform System Protocol on Balance in High School Athletes With Chronic Ankle Instability. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2017;26(1):1–7. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.2015-0045>
  42. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, Klossner J. The Ability of 4 Single-Limb Hopping Tests to Detect Functional Performance Deficits in Individuals With Functional Ankle Instability. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2009;39(11):799–806. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2009.3042>
  43. McGuine TA, Keene JS. The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. *Am J Sports Med* [Internet]. 2006;34(7):1103–11. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546505284191>
  44. Carcia CR, Martin RRL, Drouin JM. Validity of the foot and ankle ability measure in athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2008;43(2):179–83.
  45. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of Subjects With and Without Chronic Ankle Instability. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2006;36:131–7.
  46. Linens SW, Ross SE, Arnold BL, Gayle R, Pidcoe P. Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2014;49(1):15–23.
  47. Vicenzino B, Branjerdporn M, Teys P, Jordan K. Initial Changes in Posterior Talar Glide and Dorsiflexion of the Ankle After Mobilization With Movement in Individuals with Recurrent Ankle Sprain. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2006;36(7):464–71. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2006.2265>
  48. Hoch MC, Staton GS, McKeon PO. Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *J Sci Med Sport*. 2011;14(1):90–2.

49. Ware JE, Kosinski M, Bjorner JB, Turner-Bowker DM, Gandek B MM. User's manual for the SF-36 health survey. 2nd ed. Lincoln, RI, USA: Quality Metric, Inc.; 2007.
50. Houston MN, Hoch JM, Gabriner ML, Kirby JL, Hoch MC. Clinical and laboratory measures associated with health-related quality of life in individuals with chronic ankle instability. *Phys Ther Sport*. 2015;16(2):169–75.