



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

BALANCE TRAINING AND CHRONIC ANKLE INSTABILITY

Candidato:

Dott. Segato Riccardo, FT

Relatore:

Dott.ssa Alessandra Lorenzi, FT, OMPT

INDICE

ABSTRACT	4
1. INTRODUZIONE	6
1.1 Chronic Ankle Instability: Definizione	7
1.2 Chronic Ankle Instability: Criteri di selezione	9
1.3 Equilibrio e Balance training	10
1.4 Obiettivo dell'elaborato	11
2. MATERIALI E METODI	12
2.1 Quesito ricerca	12
2.2 Fonti di informazione	12
2.3 Strategie di ricerca	12
2.4 Criteri di selezione degli studi	13
2.5 Valutazione qualitativa e Rischio di bias	13
3. RISULTATI	14
3.1 Analisi dei risultati	15
3.2 Analisi del Rischio di bias	43
4. DISCUSSIONE	45
5. CONCLUSIONI	59
6. LIMITI DELL'ELABORATO ED IMPLICAZIONI PER IL FUTURO	60
APPENDICI	62
BIBLIOGRAFIA	90

ABSTRACT

Background:

La distorsione laterale di caviglia (LAS) è una lesione muscoloscheletrica estremamente comune nella popolazione generale e tra gli sportivi, con un'elevata percentuale di recidive. E' stato stimato che fino al 40% di soggetti che subiscono una LAS sviluppa in seguito instabilità cronica di caviglia (CAI), condizione multifattoriale definita da distorsioni ricorrenti, sensazione di instabilità, permanenza di sintomi quali dolore, debolezza, riduzione del range of motion articolare, riduzione della funzionalità percepita, persistenti per oltre un anno dal primo episodio di distorsione. Il Balance training come forma di esercizio terapeutico è utilizzato da tempo nella prevenzione e nel trattamento di distorsioni laterali di caviglia (LAS) e di instabilità cronica di caviglia (CAI); la letteratura, inoltre, dimostra che tale modalità riabilitativa abbia un effetto sia a livello locale sia a livello del sistema sensori-motorio. Tuttavia, nonostante sia diventato parte dello standard care, non vi è ancora un consenso univoco riguardo l'evidenza clinica degli effetti e dell'efficacia di tale intervento terapeutico in soggetti con instabilità cronica di caviglia.

Obiettivi:

L'obiettivo di questo elaborato è di valutare, sulla base delle più attuali evidenze presenti in letteratura, l'efficacia del Balance training in soggetti con CAI per migliorarne i deficit associati.

Materiali e Metodi:

La ricerca è stata condotta nelle banche dati MEDLINE, PEDro e Cochrane Library a partire dalla definizione di un quesito tradotto attraverso l'acronimo PICO e utilizzando alcune keywords combinate successivamente con gli operatori booleani OR e AND per definire una stringa di ricerca. La ricerca è stata svolta da un revisore nel periodo di tempo compreso tra Agosto e Dicembre 2021. Sono stati inclusi studi in lingua inglese con full text disponibile su soggetti adulti con CAI sottoposti ad un trattamento conservativo basato sul balance training. Sono stati esclusi studi su soggetti con acute lateral sprain o sottoposti a trattamento chirurgico o differente dal balance training. Gli articoli selezionati, sono quindi stati sottoposti ad una valutazione qualitativa e del rischio di bias utilizzando il Cochrane Risk of Bias 2 tool (RoB2).

Risultati:

La ricerca svolta nei diversi database ha riportato n. 731 articoli che sono stati analizzati secondo le modalità precedentemente descritte e dopo l'analisi di titolo, abstract e full-text sono stati selezionati i

28 studi che rispettavano i criteri di inclusione. Per l'elaborazione della Flowchart di selezione dei risultati di ricerca è stato preso come riferimento il modello PRISMA Statement 2015⁴⁵.

Conclusioni:

Il balance training nelle diverse modalità analizzate si è dimostrato efficace e risulta essere un valido approccio terapeutico, sia singolarmente che combinato con altre tipologie di intervento, nell'apportare cambiamenti statisticamente significativi negli outcome clinici così come negli outcome patient-reported. Trattandosi di una condizione clinica che necessita di un intervento multi-modale sarà di notevole importanza prestare attenzione non solo all'aspetto muscolo-scheletrico ma anche a quello psico-sociale poiché, come dimostrato, tale ambito riveste un ruolo cardine al pari di quello strettamente pato-anatomico. Nonostante i risultati ottenuti dai diversi studi valutati, a causa dell'eterogeneità e qualità metodologica delle evidenze scientifiche non sembrerebbe possibile stabilire, per il momento, quale sia il protocollo di balance training migliore e più efficace nel trattamento riabilitativo e preventivo di soggetti con CAI. Dovranno essere gli obiettivi condivisi tra clinico e paziente basati sulle necessità di quest'ultimo e sulla disponibilità di attrezzature e setting a determinare quale modalità terapeutica prediligere ed utilizzare nelle diverse fasi della riabilitazione.

1. INTRODUZIONE

La distorsione di caviglia è uno dei traumi più comuni dell'arto inferiore nella popolazione generale e uno dei più frequenti tra gli sportivi, rappresentando circa il 30% di tutti gli infortuni con un elevato tasso di ricaduta che può arrivare all'80% negli sport ad alto rischio ^{1;2}. E' stato osservato, inoltre, che circa il 55% dei soggetti che sperimentano una distorsione non ritengono necessaria una valutazione o un trattamento di un professionista sanitario. Di conseguenza, i dati epidemiologici riportati potrebbero essere statisticamente sottostimati ^{2;3}.

Con il termine distorsione si indica un trauma che deriva dall'applicazione di una forza che supera i limiti di resistenza tensile delle strutture capsulo-legamentose, ma inferiore al limite di resistenza ossea. Il meccanismo eziopatologico più frequente è l'inversione (movimento combinato di flessione plantare, supinazione e adduzione) nel 70-85% dei casi, coinvolgendo il compartimento legamentoso laterale, poi l'eversione (movimento combinato di flessione dorsale, pronazione e abduzione) nel 10-15%, colpendo le strutture legamentose mediali ed infine le lesioni della sindesmosi 1- 11% ^{4; 14}.

La classificazione si basa sulla gravità della lesione e del coinvolgimento di strutture capsulo-legamentose, nonché sull'entità dell'instabilità e del deficit funzionale conseguente ^{5;6}.

- Grado I: edema o ecchimosi assente o presente fino a 0,5cm, ROM diminuito di 5°, rottura di alcune fibre del legamento peroneo-astragalico anteriore con assenza/lieve dolorabilità alla palpazione, assenza di instabilità meccanica, lieve difficoltà all'appoggio completo, comunque possibile.
- Grado II: edema o ecchimosi presente fino a 0.5-2cm, ROM diminuito fino a 10°, rottura completa del legamento peroneo-astragalico anteriore, lesione parziale del legamento peroneo-calcaneare, possibile instabilità meccanica, dolorabilità alla palpazione, difficoltà nell'appoggio completo e impossibilità di cammino sulle punte o di saltare.
- Grado III: edema o ecchimosi superiore a 2cm, ROM diminuito oltre i 10°, rottura completa dei legamenti peroneo-astragalico anteriore e peroneo-calcaneare, probabile lesione capsulare o del legamento peroneo-astragalico posteriore, dolorabilità alla palpazione, instabilità meccanica, impossibilità di appoggio completo e di cammino sulle punte o di saltare.

L'approccio conservativo è considerato, in base alla gravità della lesione, la prima scelta per la gestione terapeutica della distorsione di caviglia e conduce, generalmente, ad un buon recupero della funzionalità ⁷; tuttavia, più del 30% dei soggetti riporta segni e sintomi residui a distanza di mesi e il 36-85% giunge ad un recupero completo a tre anni dal primo infortunio ⁹. E' stato riportato, inoltre, che fino al 40% di coloro che subiscono un primo episodio di distorsione di caviglia, svilupperà una condizione di instabilità cronica ¹⁰.

1.1 Chronic Ankle Instability: Definizione

Con instabilità cronica di caviglia si fa riferimento ad una condizione clinica caratterizzata da distorsioni ricorrenti, sensazione di instabilità percepita o “giving way”, permanenza di segni e sintomi quali dolore, edema, debolezza, riduzione del range of motion articolare e riduzione della funzionalità percepita per oltre un anno dal primo episodio di distorsione ^{10; 11; 13}.

La consapevolezza relativa ai fattori contribuenti questa condizione ha subito un’evoluzione negli ultimi sessant’anni. Freeman et al, nel 1965, proposero la prima teoria relativa all’instabilità di caviglia coniando il termine “instabilità funzionale” definita come un deficit funzionale che il paziente riferisce quando percepisce il cedimento (giving way) del piede nei mesi e negli anni successivi al primo episodio di distorsione ¹⁵. Questa definizione sarà aggiunta alla precedente di “instabilità meccanica” ovvero un aumento del tilt in varismo del talo/retropiede dovuto ad uno stress in inversione, ritenuta fino a quel momento la principale causa iniziale di instabilità cronica associata ad una condizione di lassità patologica. Il cedimento o “giving way” viene giustificato da una parziale deafferentazione dell’articolazione in seguito al trauma dovuta ad un impairment delle fibre nervose afferenti di capsula e legamenti e dei conseguenti riflessi stabilizzatori della caviglia sia in condizione statica che in dinamica ^{10; 15}. Utilizzando la dicotomia instabilità meccanica-instabilità funzionale come punto di partenza, si sono sviluppati in seguito diversi modelli teorici con Tropp negli anni Ottanta ¹⁶, Hiller nel 2011¹² ed infine Hertel nel 2000 e nel 2019 ¹⁴. Il modello di Hertel rielaborato nel 2019 per fornire un quadro aggiornato sulle conoscenze contemporanee relative alle cause dell’instabilità cronica di caviglia, prevede l’interazione di otto componenti principali: lesione tissutale primaria, impairment patomeccanici, impairment senso-percettivi, impairment neuro-motori, fattori personali, fattori ambientali, interazione delle varie componenti ed infine gli outcome clinici [Figura 1] ¹⁴.

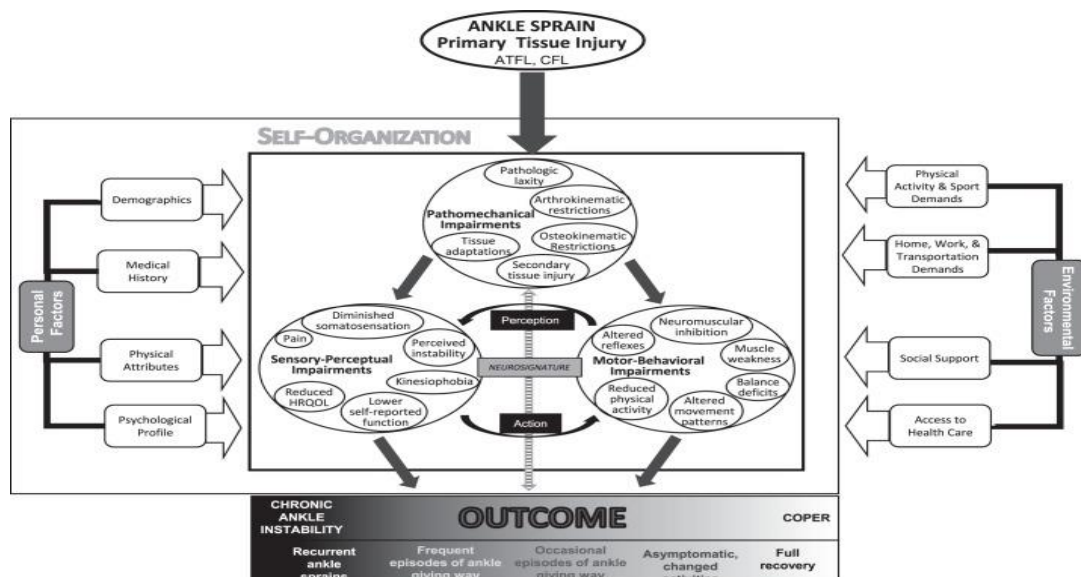


Figura 1. The updated model of chronic ankle instability (CAI)

- **Lesione tissutale primaria:** Affinché si sviluppi una condizione di instabilità cronica è necessario che si presenti una distorsione di caviglia, la più frequente coinvolge in particolare il complesso legamentoso laterale (LAS) in seguito ad un movimento di inversione-rotazione interna. Le strutture maggiormente interessate sono il legamento talo-fibulare anteriore e il legamento calcaneo-fibulare. A queste possono essere associate lesioni osteocondrali, fratture di gamba o piede, lesioni della sindesmosi, lesioni muscolari e altre complicazioni ^{1; 14}.
- **Impairment pato-meccanici:** Intesi come anomalie strutturali dell'articolazione della caviglia e dei tessuti circostanti, rappresentano la componente biologica del modello Biopsicosociale. Lassità patologica, associata all'instabilità meccanica presentata precedentemente, conseguente a una perdita di integrità strutturale legamentosa; restrizioni artrocinematiche e osteocinematiche ovvero limitazioni del movimento articolare accessorio e fisiologico dell'articolazione tibio-tarsica, sotto-astraglica e delle articolazioni del piede con particolare riduzione alla traslazione posteriore di astragalo e perone sulla tibia e di conseguenza della dorsiflessione di caviglia ^{14; 17}. Lesioni tissutali secondarie riguardano il complesso dei tendini dei muscoli peroneo lungo e breve, il legamento deltoideo, la cartilagine articolare e la membrana sinoviale; adattamenti tissutali delle strutture danneggiate quali ispessimento del legamento ATFL, alterazione del volume e della sezione trasversa della muscolatura intrinseca ed estrinseca e spessore della cartilagine ¹⁴.
- **Impairment senso-percettivi:** Disfunzioni somato-sensoriali ipotizzate essere causate dal danno ai recettori propriocettivi articolari e legamentosi, quali l'alterazione del senso di posizione articolare attivo e passivo (Joint Position Sense error) ¹⁸; alterazione della capacità di percepire e regolare la forza di contrazione muscolare; deficit di sensibilità superficiale e profonda ¹⁹. Il dolore come tratto distintivo di tutte le condizioni muscoloscheletriche croniche ²¹ generato non solo da un input sensoriale evocato da lesione e infiammazione ma prodotto da un output della neuromatice e influenzato da stress psicofisico ²⁰. Instabilità percepita riferita come sensazione che la caviglia non sia stabile o sia a rischio di cedimento durante le attività funzionali ¹²; kinesiofobia ovvero paura del movimento e di incorrere in un nuovo infortunio; deficit funzionale auto-riferito riportato nei questionari di valutazione compilati dal paziente e diminuzione della qualità della vita ^{14; 31; 32}.
- **Impairment neuro-motori:** Comprendono deficit e alterazioni della contrattilità muscolare, pattern di movimento e attività fisiche che i soggetti scelgono di sospendere o evitare. Alterazione del timing di attivazione muscolare sia locale (muscoli peronieri in particolare) che dell'intero arto inferiore ²²; inibizione neuromuscolare ²³; debolezza muscolare locale dei muscoli che producono il movimento di eversione e flessione plantare in particolare ²⁴. Deficit di equilibrio o controllo posturale sia statico che dinamico ^{15; 25-28}; alterazione dei pattern di movimento in attività funzionali quali il cammino, la corsa, i cambi di direzione e gli atterraggi come, ad esempio, una maggiore inversione e flessione

plantare durante la fase iniziale di contatto al suolo, una deviazione del centro di pressione e una maggiore durata della fase di carico sulla superficie laterale del piede ²⁹. Infine, una riduzione dell'attività fisica dovuta alla percezione di instabilità ¹⁴.

- **Fattori personali e ambientali:** Elementi presenti nel modello ICF (International Classification Functioning) ³⁰ che hanno un'influenza rilevante sulla risposta del soggetto a e sul recupero da un infortunio acuto e cronico. Comprendono caratteristiche demografiche quali età, sesso, BMI; caratteristiche fisiche quali forza, flessibilità, morfotipo del piede; storia clinica e profilo psicologico; contesto socio-economico di appartenenza; ruolo all'interno dell'ambiente familiare e lavorativo; accesso alle cure; supporto sociale; partecipazione ad attività lavorativa e sportiva ³⁰.
- I principali strumenti di misura di outcome sono: il Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) ³³ proposto da Hiller et. al nel 2006, questionario di 9 items che indaga dolore, frequenza e circostanze degli episodi di instabilità percepita, presenta un cut off di 24 punti su un totale di 30 che se non raggiunto conferma una condizione di CAI. Fear Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) ³⁴ e Tampa Scale of Kinesiofobia (TSK) ³⁵, questionari di 16 e 11 items che indagano rispettivamente la paura del movimento durante l'attività fisica ed il lavoro, e la paura del movimento e di un nuovo infortunio. Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) ³⁶, questionario di 24 items che indaga la difficoltà percepita nell'esecuzione di specifiche attività quotidiane (ADL) e attività sportive. Disability in the Physically Active Scale (DPAS) ³⁷; SF-36 o SF-12 per la qualità della vita ³⁸. Il Single Leg Balance test per valutare l'equilibrio statico, prevede di mantenere una condizione di equilibrio monopodalico ad occhi chiusi per 10 secondi ¹⁴; Star Excursion Balance test (SEBT) e Balance Error Scoring System (BESS) per l'equilibrio dinamico, il primo prevede di raggiungere un punto più lontano possibile su una figura ad "Y" con un arto inferiore mantenendo l'equilibrio con l'altro; il secondo consiste nel mantenere l'equilibrio in 3 posizioni differenti su una superficie rigida e una morbida, ciascuno per 20 secondi ad occhi chiusi. Infine test di salto come il Single-leg Hop Test ed il Side Hop Test (SHT)^{25; 27}.

Il trattamento conservativo, come anticipato, è considerato la prima scelta per la gestione e la prevenzione di nuovi infortuni ma la complessità della natura di tale disturbo, evidenziata dalla diversità di sequele biopsicosociali a breve e lungo termine, necessita di un approccio multidimensionale e comprensivo di diverse tipologie di interventi per permettere un recupero funzionale ottimale ^{39; 40}.

1.2 Chronic Ankle Instability: Criteri di selezione

All'instabilità cronica di caviglia sono state associate numerose definizioni ma è stata descritta in particolar modo come un termine ombrello per classificare una condizione clinica di instabilità

meccanica e funzionale, tuttavia, in letteratura non vi è un consenso univoco a riguardo. E' stato osservato come non vi sia coerenza nell'identificazione dei fattori causali e delle caratteristiche cliniche che giustificano distorsioni ricorrenti e instabilità percepita; e questo probabilmente da attribuire a criteri di inclusione inconsistenti in letteratura ¹³. Nel 2014 l'International Ankle Consortium ha pubblicato un position statement per definire gli standard dei criteri di selezione dei soggetti che presentano CAI. I principali sono:

- Storia di almeno un episodio di distorsione di caviglia significativo, ovvero associato a segni/sintomi infiammatori e interruzione dell'attività fisica per almeno un giorno, avvenuto almeno 12 mesi prima;
- Storia di instabilità (giving-way) e/o distorsioni ricorrenti e/o sensazione di cedimento (giving way); e nello specifico l'instabilità deve essere confermata da un questionario validato come ad esempio il Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) con un punteggio < 24; giving-way riportato almeno 2 volte in 6 mesi;
- Descrizione del livello di disabilità attraverso uno specifico questionario quale ad esempio il Foot and Ankle Ability Measure con un punteggio < 90% nella sezione ADL e < 80% nella sezione sport.

Sono esclusi invece soggetti con una precedente storia di chirurgia per disturbi muscoloscheletrici dell'estremità dell'arto inferiore; storia di frattura dell'estremità dell'arto inferiore che ha richiesto riallineamento e traumi acuti di altre articolazioni dell'arto inferiore che hanno avuto un impatto su integrità e funzionalità della caviglia nei precedenti 3 mesi.

Tale documento, basato sulle più recenti evidenze in materia, è stato creato al fine di migliorare outcome e validità della ricerca scientifica e poterne trasferire i risultati ottenuti alla pratica clinica ¹³.

1.3 Equilibrio e Balance Training

Come riportato da Freeman et al ¹⁵, le informazioni a feedback provenienti dalle fibre nervose afferenti presenti a livello di capsula articolare e legamenti di piede e caviglia contribuiscono alla stabilizzazione durante la locomozione attraverso un'attività riflessa. In seguito ad un trauma distorsivo si verifica una parziale deafferentazione, un'alterazione nella trasmissione di tali informazioni propriocettive funzionali alla stabilizzazione, di conseguenza una risposta riflessa ritardata che renderà il piede più suscettibile ad un cedimento (giving way) e ad una recidiva. A ciò si associa un cambiamento della componente motoria del sistema di controllo sensori-motorio che conduce ad un impairment del controllo posturale, una

riduzione di forza dei muscoli eversori della caviglia ed un'alterazione del controllo motorio dei muscoli prossimali della caviglia che ha subito il trauma ⁴¹.

Un'alterazione del sistema sensoriale-motorio a livello periferico, dunque, può tradursi in particolare in un impairment dell'equilibrio statico e/o dinamico. Con equilibrio statico si intende il mantenimento della posizione, o meglio del baricentro all'interno della base di appoggio, su una superficie stabile o instabile senza movimento intenzionale; di contro si parla di equilibrio dinamico per indicare il mantenimento dell'equilibrio durante un'attività che preveda un movimento volontario ⁴².

La regolazione dell'equilibrio è un compito costante che richiede non solo risposte effettrici motorie adeguate ma anche l'integrazione di feedback afferenti sensoriali relativi a magnitudine, velocità e variabilità delle oscillazioni con le informazioni dei sub-sistemi visivo, vestibolare e propriocettivo ⁴³. E' stato osservato come nei soggetti con CAI le informazioni somato-sensoriali non vengano utilizzate nello stesso modo rispetto ai soggetti sani per il mantenimento dell'equilibrio monopodalico, nei primi infatti il compito viene eseguito facendo maggiore affidamento sulle informazioni visive ⁴³ ed utilizzando in modo più marcato strategie di anca rispetto a strategie di caviglia. Inoltre, come riportato da Lee et al., deficit di equilibrio e alterazioni del controllo neuro-muscolare sono presenti spesso anche nel lato sano che non ha subito distorsioni ⁴³.

E' dunque evidente come sia necessario e funzionale un programma riabilitativo multimodale che comprenda tra le diverse strategie terapeutiche un training dell'equilibrio in soggetti che hanno subito una distorsione di caviglia e, ancor più, in quelli che sviluppano CAI. E' stato riportato da diversi autori, infatti, che l'esecuzione di esercizi propriocettivi e di coordinazione, riduce l'incidenza di instabilità funzionale, migliorando il controllo motorio e la gestione dell'equilibrio ^{15;21;40}. L'allenamento dell'equilibrio risulterebbe, inoltre, essere l'intervento terapeutico più consistente per migliorare la funzione auto-riferita nei pazienti con CAI⁴⁷.

1.4 Obiettivo dell'elaborato

Il Balance training come forma di esercizio terapeutico è utilizzato da tempo nella prevenzione e nel trattamento di distorsioni laterali di caviglia (LAS) e di instabilità cronica di caviglia (CAI). Tuttavia, nonostante sia diventato parte dello standard care, non vi è ancora un consenso univoco riguardo l'evidenza clinica degli effetti e dell'efficacia, così come non sono ben definite tipologia e posologia di tale intervento terapeutico in soggetti con CAI. L'obiettivo di questo elaborato è di valutare, sulla base delle più attuali evidenze presenti in letteratura, l'efficacia del Balance training in soggetti con CAI per migliorarne i deficit associati e prevenire l'insorgenza di recidive.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Quesito di ricerca

L'elaborato ha lo scopo di rispondere al quesito: "Il balance training risulta efficace nei soggetti con CAI per migliorarne i deficit associati?".

2.2 Fonti di informazione

La ricerca è stata effettuata da un revisore nel periodo compreso tra Agosto e Dicembre 2021, attraverso una revisione della letteratura presente nelle banche dati MEDLINE, PEDro e Cochrane Library.

2.3 Strategie di ricerca

La ricerca è stata impostata a partire dalla definizione di un quesito tradotto attraverso l'acronimo PICO e utilizzando alcune keywords combinate successivamente con gli operatori booleani OR e AND per definire una stringa di ricerca.

- **Keywords:** Chronic Ankle Instability, Balance Training, Neuromuscular Training, Postural stability, Postural Balance.
- **PICO**
 - ❖ **Popolazione:** Soggetti adulti (età >18 anni) con CAI
 - ❖ **Intervento:** Balance training
 - ❖ **Confronto:** Nessun intervento comparativo assegnato
 - ❖ **Outcomes:** Nessun outcome specifico assegnato
- **Stringa di ricerca MEDLINE e Cochrane Library:** (("recurrent ankle sprains" OR "ankle instability" OR "chronic ankle instability" OR "functional ankle instability" OR "mechanical ankle instability") AND ("Balance Training" OR "Balance Program" OR "Balance Training Program" OR "Balance Exercise" OR "Proprioceptive Training" OR "Neuromuscular Training" OR "Neuromuscular control training" OR "Balance Exercise Program" OR "Postural stability" OR "Postural Balance"))).
- **Ricerca su PEDro:** Dal momento che la banca dati PEDro non prevede l'utilizzo di stringhe di ricerca specifiche, sono state effettuate diverse combinazioni dei vari termini di Popolazione e Intervento della stringa utilizzata su MEDLINE e Cochrane Library. *Esempi:* balance training and chronic ankle

instability; balance exercise and chronic ankle instability; postural training and chronic ankle instability; balance training and functional ankle instability.

2.4 Criteri di selezione degli studi

2.4.1 Criteri di Inclusione:

- Studi RCT, Studi di Coorte e Case Study
- Soggetti adulti con CAI (distorsioni ricorrenti o sensazione di giving way della caviglia; permanenza di sintomi quali dolore, debolezza, riduzione del range of motion articolare, riduzione della funzionalità auto-percepita, persistenti per oltre un anno dal primo episodio di distorsione)
- Studi in cui l'intervento prevede il balance training e sue varianti
- Articoli in lingua inglese
- Full text disponibile
- Nessuna restrizione riguardo l'anno di pubblicazione

2.4.2. Criteri di esclusione:

- Studi condotti su soggetti di età <18 anni
- Studi condotti su soggetti con acute ankle sprain o sottoposti a trattamento chirurgico
- Studi in cui l'intervento prevede trattamenti differenti dal balance training
- Articoli in lingua non inglese
- Articoli con full text non disponibile

Tra i 731 articoli risultanti dalla ricerca eseguita nei diversi database sono stati selezionati 28 che rispettavano i criteri di inclusione. La selezione è avvenuta tramite la lettura del titolo, dell'abstract di ogni articolo ed infine attraverso la consultazione del full text se disponibile.

2.5 Valutazione Qualitativa e Rischio di Bias

Gli articoli selezionati sono stati sottoposti ad una valutazione qualitativa utilizzando il Cochrane Risk of Bias 2 tool (RoB2)⁴⁶.

3. RISULTATI

La ricerca svolta nei diversi database ha riportato n. 731 articoli che sono stati analizzati secondo le modalità precedentemente descritte e dopo l'analisi di titolo, abstract e full-text sono stati selezionati i 28 studi che rispettavano i criteri di inclusione. Per l'elaborazione della Flowchart di selezione dei risultati di ricerca è stato preso come riferimento il modello PRISMA Statement 2015⁴⁵.

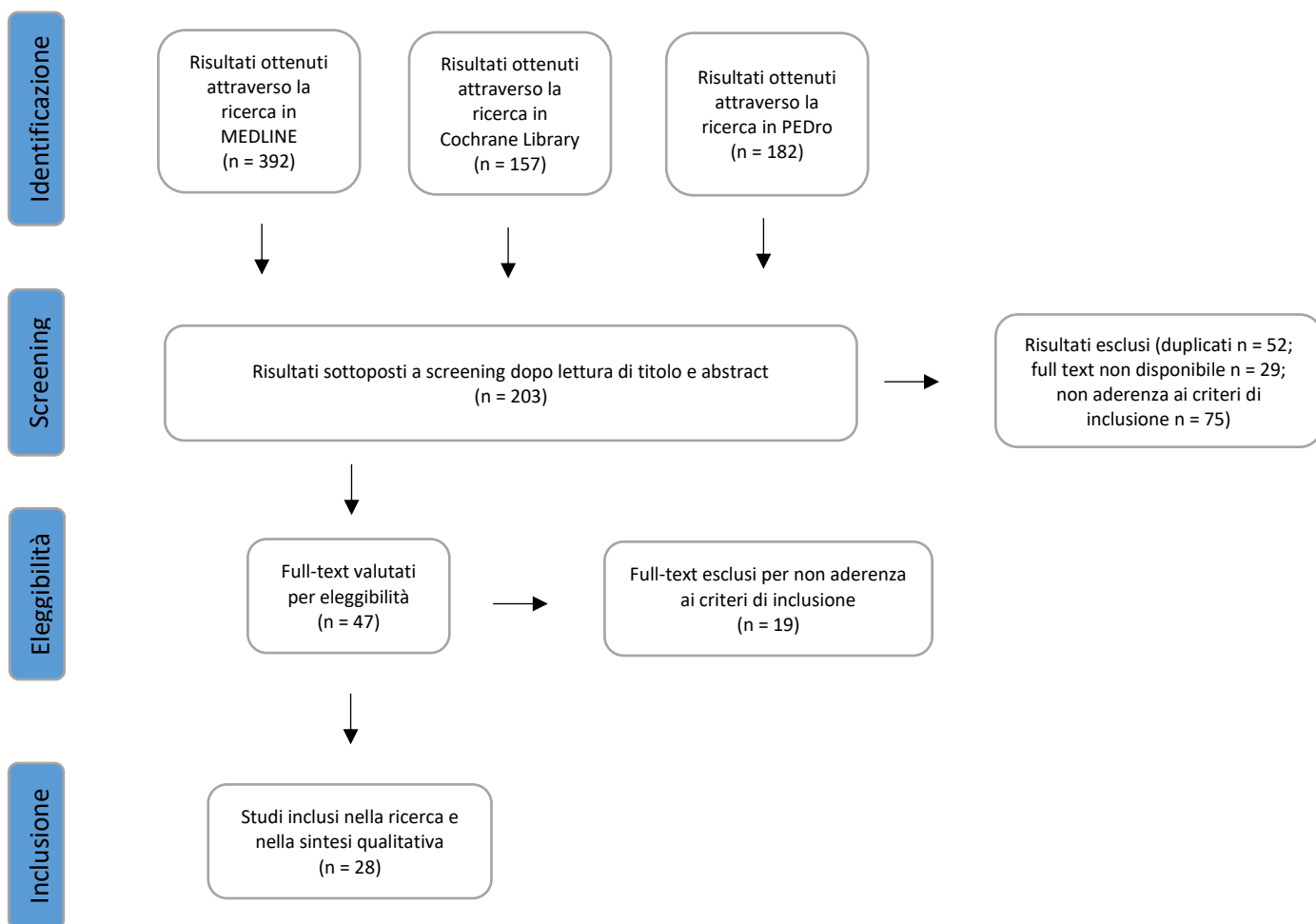


Figura 2. Flowchart del processo di selezione degli studi su modello del PRISMA Statement 2015

3.1 Analisi dei Risultati

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Alahmari KA et al. 2021 Combined Effects of Strengthening and Proprioceptive Training on Stability, Balance, and Proprioception Among Subjects with Chronic Ankle Instability in Different Age Groups: Evaluation of Clinical Outcome Measures	RCT	Valutare l'efficacia di programmi di training propriocettivo e di rinforzo su propriocezione ed equilibrio in soggetti con CAI.	36 soggetti con CAI sono stati distribuiti in 3 gruppi in base all'età: gruppo 1 (23±1.84 anni), gruppo 2 (35.80±1.68 anni) e gruppo 3 (44.25±4.86 anni). Tutti i gruppi hanno svolto esercizi di equilibrio e di rinforzo per 6 settimane.	I soggetti dei 3 gruppi hanno svolto i programmi di training propriocettivo e di rinforzo supervisionati 5 volte a settimana per un totale di 6 settimane di durata complessiva. Il protocollo ha previsto una fase di warm up iniziale e di cool down finale (stretching della caviglia) di 5 minuti; Balance training e training di rinforzo di 15/20 minuti al giorno ciascuno con esercizi a difficoltà progressiva nel corso delle settimane utilizzando superfici ed attrezzature differenti. Balance training: Su Wobble board: 5 volte/settimana. Settimane 1 e 2: elastico morbido blu, 3x10 e 4x10 ripetizioni, flessione dorsale/ plantare/ inversione/ eversione. Settimane 3 e 4: elastico medio nero, 3x10 e 4x10 ripetizioni, flessione dorsale/plantare/inversione/eversi one. Settimane 5 e 6: elastico duro argento, 3x10 e 4x10 ripetizioni, flessione dorsale/plantare/inversione/eversi one.	Le misurazioni sono state effettuate pre e post-intervento. Sono stati valutati il Joint Position Sense (JPS) e la propriocezione articolare con un inclinometro (Dualer IQ PRO Digital Inclinometer, J-TECH, USA), l'equilibrio statico attraverso il Single Leg Balance Test (SLBT), l'equilibrio dinamico mediante il Functional Reach Test (FRT), e la funzionalità/disabilità auto-riferita attraverso i questionari Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) e Lower Extremity Functional Scale (LEFS).	L'analisi dei risultati ha indicato un significativo miglioramento in tutti gli outcome valutati nei 3 gruppi ($p < 0.01$). Nel gruppo 1 il JPS in flessione plantare è migliorato fino a 3.7°, mentre nei gruppi 2 e 3 il JPS in eversione fino a 3.1° e 1.78° ($p < 0.01$). Riguardo l'equilibrio statico ad occhi aperti e chiusi nel gruppo 1 è stato di 4.46s e 11.05s; gruppo 2 di 2.23s e 7.85s; gruppo 3 di 1.69s e 4.68s. Riguardo l'equilibrio dinamico, il miglioramento nel gruppo 1 è stato di 5.85 cm; nel gruppo 2 di 4.71 cm e nel gruppo 3 di 2.49 cm. Entrambi i questionari CAIT e LEFS hanno riportato differenze statisticamente significative nei punteggi dopo i training ($p < 0.01$).

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Lee H et al. 2021 Effects of balance training with stroboscopic glasses on postural control in chronic ankle instability patients	RCT	Confrontare gli effetti del balance training dinamico con e senza occhiali stroboscopici sul controllo posturale e gli effetti del training sull' affidamento alle informazioni visive nei soggetti con CAI.	28 soggetti con CAI (età >18 anni; storia di distorsioni significative e ricorrenti, giving way e deficit funzionali riferiti dai questionari FAAM-ADL con punteggio <90% e FAAM-Sport <80%) sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale(14 partecipanti) e al gruppo controllo (14 partecipanti).	E stato utilizzato il programma di balance training dinamico supervisionato utilizzato negli studi precedenti Anguish et al ⁶⁴ della durata di 4 settimane, articolato in 3 sessioni a settimana di 20 minuti per un totale di 12 sessioni. Il gruppo sperimentale ha indossato gli occhiali stroboscopici (SV) solo durante il training, entrambi i gruppi hanno svolto gli stessi esercizi. Durante ogni sessione i soggetti hanno eseguito esercizi di equilibrio dinamico studiati per incrementare il mantenimento dell'equilibrio monopodalico durante l' esecuzione di diverse attività. Ogni esercizio ha previsto 7 livelli di difficoltà e comprendeva: 1 salto con stabilizzazione (10 ripetizioni per direzione); 2 salto con stabilizzazione e reaching (5 ripetizioni); 3 salto con stabilizzazione da un box; 4 attività progressive di equilibrio monopodalico con occhi aperti (EO) e successivamente con occhi chiusi (EC) su superfici diverse. Per il quinto esercizio non sono stati indossati gli occhiali stroboscopici.	I principali indicatori di outcome utilizzati nella valutazione pre e post-intervento sono stati il controllo posturale statico ed il Centre Of Pressure (COP) attraverso l' utilizzo della padana MatLab (MathWorks, MA, USA); il controllo posturale dinamico mediante il Single-leg hop stabilization test ed il Dynamic Postural Stability index (DPSt) nelle direzioni vertical, mediale-laterale e antero-posteriore; l' Y-balance test (reaching anteriore, postero-laterale e postero-mediale) ed il Romberg ratio. Il Romberg ratio è stato scelto per valutare l' affidamento alle informazioni visive durante il controllo postural calcolato sui rapporti EC/EO e SV/EO per il controllo statico e SV/EO per il controllo dinamico.	Il gruppo sperimentale ha riportato cambiamenti statisticamente significativi riguardo la velocità nelle direzioni mediale-laterale e verticale del DPSt ($p<0,005$) comparato con il gruppo controllo, differenze significative nella velocità nel Romberg ratio EC/EO nelle direzioni anteriore-posteriore e mediale-laterale, nel rapporto SV/EO mediale-laterale e nell' YBT (reaching anteriore). Sulla base dei risultati ottenuti, il balance training con occhiali stroboscopici, riducendo l' affidamento su informazioni visive) sembrerebbe essere efficace nel migliorare il controllo posturale in soggetti con CAI.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Uzlasir S et al. 2021 The effects of stroboscopic balance training on cortical activities in athletes with chronic ankle instability	RCT	Valutare l' efficacia di un programma di balance training con occhiali stroboscopici di 6 settimane sull' attività corticale di atleti con CAI.	39 soggetti con CAI unilaterale (età compresa tra 18 e 25 anni; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, punteggio almeno 11 al questionario IDFAI, punteggio <90% al questionario FAAM-ADL e <80% al FAAM-Sport) sono stati distribuiti in modo casuale in 3 gruppi: gruppo stroboscopico (SG, 13 partecipanti), gruppo non-stroboscopico (NSG, 13 partecipanti e gruppo controllo (CG, 13 partecipanti).	Tutti i partecipanti dei gruppi SG e NSG hanno svolto un programma di balance training di 3 giorni a settimana per 6 settimane, il gruppo controllo non ha partecipato al training. Il gruppo SG ha eseguito gli esercizi indossando gli occhiali stroboscopici (SENAPTEC, USA) con lenti trasparenti 100 ms ed opache 150 ms alternate attraverso l' applicazione di corrente elettrica con 8 livelli di difficoltà visiva progressiva. E stato deciso, per ragioni di sicurezza di limitare l' intervento al livello 3. Il programma di esercizi supervisionato ha previsto: salto monopodalico con stabilizzazione eseguito con l' arto infortunato (10 ripetizioni in 4 direzioni: a-p, m-l, am-pl, al-pm); salto con stabilizzazione e reaching (5 ripetizioni); 3 salto con stabilizzazione in una griglia 3x3 con numeri da 1 a 9 (3 sequenze); attività progressive di equilibrio monopodalico su superfici diverse (3 ripetizioni da 30-60s) con occhi aperti e chiusi.	Le misurazioni sono state effettuate pre e post-intervento. Sono state valutate l' attività corticale tramite elettroencefalogramma a 21 canali Neurosoft Digital EEG e la velocità del Centre of Pressure (COP-v) analizzata mediante il device HUBER 360 (Chattanooga, DJO Global, UK). Le misurazioni EEG dell' attività corticale (frontale, parietale, occipitale e centrale) sono state eseguite nel momento di transizione dalla posizione bipodalica a quella monopodalica valutando il valore ERSP (event-related spectral perturbation per 30 secondi così come le onde Cz alpha, beta, delta e theta.	Il gruppo stroboscopico SG ha riportato un significativo aumento nei valori Cz theta e alpha e nella velocità del COP (p=0,003). Il valore Cz theta è aumentato in modo considerevole nel gruppo SG comparato al gruppo controllo CG (p=0,009) mentre il valore Cz alpha aumentato nel gruppo SG comparato al gruppo NSG (p=0,039) e al gruppo controllo (p=0,001). Il valore COP-v è aumentato in modo significativo nel gruppo SG rispetto al gruppo NSG (p=0,03) e controllo (p=0,031). Il training con occhiali stroboscopici potrebbe migliorare dal punto di vista clinico i parametri dell' equilibrio in atleti con CAI e potrebbe dimostrarsi utile nella fase riabilitativa di recupero delle attività sport-specifiche per ridurre gli input visivo ed aumentare il controllo motorio.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Huang P et al. 2021 Effects of Plyometric and Balance Training on Neuromuscular Control of Recreational Athletes with Functional Ankle Instability: A Randomized Controlled Laboratory Study	RCT	Valutare le variazioni nel Joint Position Sense e nell'attività neuromuscolare della caviglia instabile di soggetti con FAI, dopo 6 settimane di intervento integrato di balance training ed esercizio pliometrico	30 soggetti con FAI (età compresa tra i 18 e i 30 anni; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, punteggio <24 al questionario CAIT) sono stati assegnati casualmente al gruppo pliometrico (P), al gruppo integrato balance+pliometrico (BP) e al gruppo controllo (C).	L' intervento ha previsto un programma di balance training supervisionato della durata di 6 settimane articolato in 3 sessioni a settimana. Ad ogni partecipante è stato chiesto di completare almeno 12 sessioni su 18 totali. L' intensità (ripetizioni e velocità di movimento) è stata adatta ad ogni partecipante sulla base delle abilità di ciascuno. Durante ogni sessione il gruppo P ha eseguito esercizi pliometrici progredendo da un o squat jump fino ad arrivare al salto (jump for distance, zigzag jump, lateral jump, jump up to step); il gruppo BP balanced squat o balanced lunge, zigzag jump, lateral jump, mantenimento della stazione eretta monopodalica con balance disk, lunge con 2 balance disk).	Le principali misure di outcome utilizzate per la valutazione pre e post-intervento hanno incluso: Joint Position Sense (JPS) attraverso una misurazione in posizione seduta su un dispositivo apposito ad occhi chiusi ed un elettrogoniometro (SG 150, Biometrics, UK), elettromiografia di superficie (EMG) per l' attività muscolare ed il tempo di recupero dell' equilibrio dopo l' atterraggio su una pedana di forza attraverso un Sinle leg medial drop landing test.	Al termine del programma entrambi i gruppi sperimentali hanno riportato un minore errore assoluto nel JPS in flessione plantare (gruppo P p=0,016; gruppo BP p=0,045), il gruppo BP un minore errore assoluto nel JPS in inversione (p=0,022) ed una maggiore attività EMG dei muscoli flessori plantari della caviglia prima dell' atterraggio dal salto. Il gruppo P ha presentato una maggiore attività EMG del tibiale anteriore sia pre che post atterraggio (p=0,009) e un minor tempo di adattamento all' atterraggio (p=0,006).

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Kim K-M et al. 2021 Short-Term Effects of Balance Training with Stroboscopic Vision for Patients with Chronic Ankle Instability: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial	RCT	Valutare l'efficacia di un protocollo di balance-training associato ad una parziale deprivazione visiva in soggetti con CAI.	73 soggetti con CAI (età >18 anni; storia di distorsioni ricorrenti, punteggio CAIT <24) sono stati assegnati in modo casuale al gruppo sperimentale BT (Balance Training tradizionale, 25 soggetti), al gruppo sperimentale BTSV (Balance Training tradizionale con Stroboscopic Vision, 24 soggetti) e al gruppo controllo CG (nessun intervento o esercizio, 24 soggetti).	Il protocollo Balance training ha previsto 6 esercizi multimodali con difficoltà progressive indirizzati a diversi aspetti dell'equilibrio comprendendo attività statiche e dinamiche dell'arto infortunato sotto supervisione. I 6 esercizi svolti sono: mantenimento della stazione eretta monopodolica sul pavimento per 60 secondi con braccia incrociate; lancio della palla (10 ripetizioni) mantenendo la posizione precedente, deadlift monopodolico con braccia aperte (10 ripetizioni); salto laterale con stabilizzazione con mani sui fianchi (10 ripetizioni); salto frontale e posteriore nelle stesse modalità (10 ripetizioni); salto in 4 direzioni random (10 ripetizioni). La progressione ha previsto l'utilizzo di diverse superfici di appoggio instabili (tappetino, Dynair e Bosu), utilizzo di pesi, modifica della posizione delle braccia, aumento della distanza del salto. Il Gruppo BTSV ha svolto gli stessi task indossando degli occhiali stroboscopici (Senaptec LLC, OR, USA) alternando lenti opache e trasparenti nei momenti di pausa. La progressione della difficoltà visive ha previsto 8 livelli di difficoltà. Il training sarebbe stato interrotto se fossero comparsi dizzy o altri eventi avversi. Gli esercizi sono stati eseguiti a circuito per una durata di 20 minuti con 30 secondi di pausa tra gli esercizi e 2 minuti tra ogni circuito, un totale di 18 sessioni di training distribuite in 6 settimane. Il gruppo controllo non ha svolto alcun esercizio.	L'outcome primario è stato l'equilibrio dinamico valutato tramite SEBT pre e post-intervento; outcome secondari invece il range of motion in flessione dorsale di caviglia valutato tramite Weight-bearing lunge test, l'instabilità percepita e la funzionalità della caviglia con i questionari CAIT e FAAM.	Sono stati rilevati punteggi migliori nei gruppi BT e BTSV in tutti gli outcome valutati comparati con il gruppo controllo con un ampio effect size. Il balance training con Stroboscopic vision si è rivelato più efficace del balance training tradizionale nell'instabilità percepita ($p=0,042$) e nella direzione anteriore del SEBT ($p=0,001$). Sulla base dei risultati ottenuti, l'utilizzo degli occhiali stroboscopici potrebbe migliorare il controllo sensori-motorio ed il controllo posturale in soggetti con CAI, in particolare, nell'esecuzione di attività quotidiane e sportive che richiedono multiple tasks.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Elsotohy NM et al. 2021 Cross-education effect of balance training program in patients with chronic ankle instability: A randomized controlled trial	RCT	Esaminare l' effetto di un programma di 6 settimane di balance training monopodalico utilizzando l' arto sano sull' Overall Stability Index (OASI), Antero-Posterior Stability Index (APSI) e Medio-Late±ral Stability Index (MLSI) del lato infortunato in soggetti femminili con CAI unilaterale.	32 partecipanti con CAI (età 20.96 ± 1.69 anni, peso 69.37 ± 12.73 kg, altezza 162.03 ± 5.45 cm; storia di distorsioni ricorrenti, giving way e almeno due risposte positive al questionario MAII) hanno partecipato a questo studio e sono state assegnate in modo casuale al gruppo sperimentale A (Cross-Education, 11 soggetti), al gruppo sperimentale B (Traditional Training, 11 soggetti) e al gruppo controllo C (nessun intervento o esercizio, 10 soggetti).	I 3 gruppi di soggetti hanno partecipato ad un training della durata di 6 settimane per uno studio articolato in 4 fasi: Valutazione iniziale (pre-training), Training, Ri-valutazione (post-training) e analisi statistica dei risultati. La fase di valutazione iniziale ha previsto l' utilizzo del Biodex Balance System BBS (Biodex Medical System, NY, USA) per valutare i diversi indici MLSI, APSI, OASI e il Center of Gravity COG del lato infortunato per tutti i partecipanti pre e post-intervento. Sono stati previsti 8 livelli di difficoltà progressive di valutazione dell' equilibrio monopodalico con un solo tentativo di prova (Livello 8=superficie molto stabile, Livello 1= superficie molto instabile). Tutte le procedure di valutazione sono state eseguite ad occhi aperti per ottenere un feedback visivo dal monitor e poter mantenere il COG all' interno della base per almeno 20 secondi per un totale di 3 prove. Il balance training ha previsto 4 esercizi da svolgere con il lato sano: Stazione eretta monopodalica, Stazione eretta monopodalica lanciando una palla, stazione eretta monopodalica calciando contro una resistenza in 4 direzioni e Step-down monopodalico in 4 direzioni. Ogni partecipante dei gruppi A e B ha eseguito 3 sessioni di esercizi a settimana per 6 settimane. La prima sessione supervisionata, le altre due a domicilio. Il Gruppo B ha svolto gli stessi esercizi del Gruppo A ma utilizzando il lato infortunato anziché quello sano.	Sono stati misurati pre e post-intervento, attraverso l' utilizzo del sistema Biodex, gli indici Overall Stability Index (OASI), Antero-Posterior Stability Index (APSI) e Medio-Late±ral Stability Index (MLSI) del lato infortunato. Questi indici rappresentano le deviazioni standard che derivano dalla fluttuazione attorno allo zero (orizzonte) stabilito a priori (pedana stabile). Un punteggio elevato indica una scarsa capacità di mantenere l' equilibrio, dunque una maggior rischio di infortuni o cadute.	Sono stati riportati risultati statisticamente significativi riguardo i valori medi di OASI, APSI e MLSI post-intervento nei gruppi A e B ($p < 0,05$) mentre nessuna differenza significativa, invece, nel Gruppo controllo. L' utilizzo del balance-training monopodalico nell' arto sano sembrerebbe essere efficace ed apportare cambiamenti significative nel controllo postural nel lato infortunato in soggetti con CAI.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Burcal CJ et al. 2019 Predicting dynamic balance improvements following 4-weeks of balance training in chronic ankle instability patients	RCT	Condurre un' analisi responder/non-responder utilizzando dati esistenti per identificare i fattori predittivi associati a miglioramento nelle performance di equilibrio dinamico in soggetti con CAI.	Sono stati utilizzati dati di 73 soggetti che hanno partecipato a 6 indagini precedenti svolgendo lo stesso programma di balance training (<i>McKeon et al 2008</i>, 15 soggetti; <i>Schaefer et al 2012</i>, 9 soggetti; <i>Burcal et al 2017</i>, 12 soggetti; <i>Anguish et al 2011</i>, 11 soggetti; <i>Burcal et al 2019</i>, 15 soggetti; <i>Gonzales et al 2017</i>, 11 soggetti).	I partecipanti hanno completato un programma di balance training di 4 settimane articolato in 3 sessioni a settimana della durata di 20 minuti. Il gruppo BT ha svolto i seguenti esercizi di equilibrio: salto con stabilizzazione in 4 direzioni (10 ripetizioni per direzione anteriore, laterale, antero-mediale e antero-laterale); salto con stabilizzazione e raggiungimento in 4 direzioni (5 ripetizioni per direzione) con stabilizzazione "unanticipated" (3 ripetizioni) e attività di equilibrio progressive in stazione monopodalica (3 ripetizioni).	Le principali misure di outcome utilizzate nella valutazione pre e post-intervento sono state la disabilità/funzionalità auto-riferita attraverso i questionari FAAM-ADL e FAAM-Sport o FADI e FADI-Sport; l' equilibrio dinamico mediante lo Star Excursion Balance Test (reaching anteriore A, postero-laterale PL e postero-mediale PM) ed il SEBT-Composite score. Un trattamento di successo è stato definito da un cambiamento nel punteggio del SEBT-PM che superasse il Minimal Detectable Change (MDC <8,15%).	Solo 28 soggetti su 73 totali (38,4%) hanno manifestato un miglioramento significativo nel- reaching postero-mediale del SEBT dopo il balance training. Delle variabili esaminate, una distanza nel reaching postero-mediale del SEBT <85,18% ed un punteggio associato ad una limitazione delle attività funzionali al questionario FAAM-ADL <92,55% si sono rivelati indicatori predittivi di successo del trattamento ($p<0,001$). Se un partecipante presentava entrambe le condizioni c' era il 70% di probabilità di successo del trattamento, indicando un 31,6% di aumento della probabilità dovuta ad un miglioramento apportato dal balance training dopo aver completato il programma. Tuttavia, non tutti i soggetti con instabilità di caviglia beneficeranno del balance training ma un rapido screening pre-trattamento può migliorare la probabilità di identificare i pazienti con CAI che otterranno un significativo miglioramento nell' equilibrio dinamico dopo un balance training.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Anguish et al. 2018 Two four-week Balance-training programs for Chronic Ankle Instability	RCT	Valutare gli effetti di un programma progressivo di stabilizzazione del salto (PHSB) rispetto a un programma tradizionale Single Leg Balance (SLB) sulla funzione auto-riferita, sul controllo posturale dinamico e il senso della posizione articolare (JPS) in cui l'angolo e la direzione sono stati auto-rapportati dai partecipanti con CAI.	18 soggetti (età=18.38 ± 1,81 anni; altezza=175,26 ± 6,64 cm; peso=75,79 ± 12,1 kg) con CAI. I partecipanti sono stati assegnati in modo casuale al programma PHSB o SLB.	I gruppi PHSB e SLB hanno eseguito i programmi di 4 settimane 3 volte a settimana. Il gruppo PHSB ha eseguito una serie di esercizi di stabilizzazione del salto a singolo arto, mentre il gruppo SLB ha eseguito una serie di esercizi di equilibrio in posizione monopodalica.	Misurazioni pre e post-test di FAAM-ADL, FAAM-Sport, Star Excursion Balance Test (direzioni anteriori, posteromediali e posterolaterali) e JPS (flessione dorsale, flessione plantare, inversione) come risultati post-test per i gruppi PHSB e SLB. L'effetto principale del gruppo è stato significativo solo per FAAM-Sports in cui il gruppo SLB ha migliorato più del gruppo PHSB.	L'effetto principale più significativo nel tempo è stato relativo a FAAM-ADL, FAAM-Sports, Star Excursion Balance Test (direzioni anteriori, posteromediali e posterolaterali) e JPS (flessione dorsale, flessione plantare, inversione) come risultati post-test per i gruppi PHSB e SLB. L'effetto principale del gruppo è stato significativo solo per FAAM-Sports in cui il gruppo SLB ha migliorato più del gruppo PHSB.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Ha SY et al. 2018 Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability	RCT	Valutare l'effetto del rinforzo muscolare della caviglia applicato a superfici di supporto instabili su propriocezione ed equilibrio in adulti con instabilità funzionale di caviglia (FAI).	30 adulti con FAI (età >18 anni e punteggio CAIT <24) sono stati assegnati in modo casuale al gruppo sperimentale (esercizi su superfici di supporto instabili) e al gruppo di controllo (esercizi generici).	L'esercizio per il gruppo sperimentale è stato applicato per 40 minuti e prevedeva una fase iniziale di riscaldamento di 5 minuti con stretching per l' articolazione della caviglia. Una fase di esercizi di 30 minuti sul piano e Aerostep (flessione dorsale e plantare della caviglia in stazione eretta, posizione monopodalica, flessione plantare in appoggio monopodalico) e Wobble Board (cerchio in senso orario e antiorario in doppio appoggio, posizione monopodalica). Fase finale con Standing Wall Pushing e stretching di 5 minuti.	Le misurazioni sono state effettuate prima e dopo gli interventi. E' stato utilizzato un doppio inclinometro digitale per misurare il senso di posizione articolare (JPS) della caviglia. Il software Balancia 2.0 per analizzare la capacità di mantenere l' equilibrio statico, mentre il test di reaching funzionale (FRT) è stato utilizzato per valutare l' equilibrio dinamico.	Sia la propriocezione sia la capacità di equilibrio statico/dinamico si sono dimostrati significativamente diversi nel pre- e post-intervento nel gruppo sperimentale ($p<0,05$) Gli angoli di flessione dorsale e plantare sono aumentati in modo significativo nel gruppo sperimentale ($p<0,05$) ma non nel gruppo controllo. Ulteriori differenze statisticamente significative sono relative alla " sway area" nell' equilibrio statico e nel FRT per l' equilibrio dinamico ($p<0,05$) per il gruppo sperimentale ma non per il gruppo controllo.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Hall EA et al. 2018 pt. II + pt I Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures	RCT	Determinare se i protocolli di equilibrio e allenamento della forza migliorano deficit di equilibrio, forza e performance funzionali associati al CAI.	39 soggetti con CAI, selezionati utilizzando l' Identification of Functional Ankle Instability Questionnaire. Sono stati assegnati casualmente ad uno dei 3 gruppi: gruppo balance-training BTP, gruppo allenamento della forza STP e gruppo controllo CON.	Ogni gruppo ha partecipato a una sessione di 20 minuti, 3 volte a settimana per 6 settimane con supervisione. A ciascun gruppo è stato chiesto di non modificare il livello di attività fisica in quel periodo di tempo. Per il gruppo BT sono stati somministrati i seguenti esercizi: (1) hop to stabilization, (2) hop to stabilization and reach, (3) hop-to stabilization box drill, (4) attività progressive in posizione monopodalica con occhi aperti e (5) con occhi chiusi. I soggetti avanzavano alla fase successiva dopo aver superato la precedente senza errori. Per il gruppo ST sono stati somministrati i seguenti esercizi: rinforzo resistance-band eseguito in- flessione dorsale, inversione ed eversione; facilitazioni muscolari propriocettive e heel raise. Il gruppo di controllo ha completato un allenamento in bicicletta con intensità da lieve a moderata.	Test per valutare la baseline di forza isocinetica eccentrica e concentrica in ogni direzione di movimento (inversione, eversione, flessione plantare e flessione dorsale), Balance Error Scoring System (BESS), Star Excursion Balance Test (SEBT) e side-hop functional performance test. Le stesse variabili sono state ri-testate a 6 settimane dopo l'intervento.	Sono stati osservati miglioramenti nei gruppi BT e ST in inversione concentrica ed eccentrica, in flessione plantare concentrica ed eccentrica, nel BESS, nel SEBT e nel side-hop ($p<0,05$). Solo il gruppo ST è migliorato in eversione eccentrica. Il gruppo di controllo non è migliorato in alcuna variabile dipendente.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Nam SM et al. 2018 Effects of visual feedback balance training on the balance and ankle instability in adult men with functional ankle instability	RCT	Esaminare gli effetti del balance training con feedback visivo sull'equilibrio e l'instabilità della caviglia in soggetti adulti con instabilità funzionale di caviglia (FAI).	28 soggetti adulti con FAI (età >18 anni, punteggio CAIT <24) distribuiti casualmente in un gruppo sperimentale che ha eseguito un balance training per l'equilibrio con feedback visivo e un gruppo controllo che ha eseguito esercizi per la caviglia.	Il programma è stato eseguito 3 volte a settimana per 8 settimane. Il balance training con feedback visivo è stato condotto 3 volte a settimana per 8 settimane. La durata di ogni esercizio è stata di 30 minuti, di cui 20 per l'allenamento dell'equilibrio e 10 per esercizi di articolari per la caviglia. Il training è stato eseguito con il sistema Bal Pro che consiste in uno schermo, un sensore di pressione per i movimenti orizzontali dati dal trasferimento di carico e un sensore di misurazione del tilt per analizzare l'angolo di flessione ed estensione delle ginocchia. Il gruppo di controllo ha svolto stretching ed esercizi di rinforzo muscolare. L'intensità è stata regolata gradualmente in base alle condizioni del paziente.	Le misurazioni sono state effettuate prima e dopo gli interventi. Sono stati utilizzati il Biorescue per valutare la capacità di equilibrio misurando il limite di stabilità (LOS) in un minuto ed il CAIT per l'instabilità della caviglia.	Il gruppo sperimentale ha avuto un aumento significativo sia del limite di stabilità (LOS) sia del punteggio CAIT ($p<0,05$). Nel gruppo di controllo è stato osservato solo un aumento significativo del punteggio CAIT.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Burcal CJ et al. 2017 Balance Training Versus Balance Training With STARS in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial	RCT	Determinare se integrando un protocollo di balance training con un trattamento STARS sensory-targeted ankle rehabilitation strategies (stretching, massaggio plantare, mobilizzazione articolare e trazione prima e dopo ogni sessione di esercizi di equilibrio) si ottengono risultati migliori rispetto al solo balance training nei soggetti con CAI.	24 soggetti con CAI (età 21.3 ± 2.0 anni; altezza 169.8 ± 12.9 cm; peso 72.5 ± 22.2 kg; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, almeno 2 risposte positive al questionario AII e punteggio $<90\%$ e $<80\%$ alle scale FAAM e FAAM-S) sono stati assegnati in modo casuale al gruppo Balance training (BT, 12 soggetti) e al gruppo Balance training with STARS (BTS, 12 soggetti).	I partecipanti hanno completato un programma di balance training della durata di 4 settimane articolato in 3 sessioni a settimana della durata di 20 minuti. Il gruppo BT ha svolto i seguenti esercizi di equilibrio: salto con stabilizzazione in 4 direzioni (10 ripetizioni per direzione anteriore, laterale, antero-mediale e antero-laterale); salto con stabilizzazione e raggiungimento in 4 direzioni (5 ripetizioni per direzione); salto con stabilizzazione "unanticipated" (3 ripetizioni) e attività di equilibrio progressive in stazione monopodalica (3 ripetizioni). Il gruppo BTS ha ricevuto in aggiunta al balance training tradizionale prima di ogni sessione di allenamento una sequenza della durata di 5 minuti di stretching del tricipite surale (60 secondi), massaggio plantare (2 minuti), mobilizzazione articolare della caviglia grado III Maitland (2x30 secondi) e trazione articolare (2x30 secondi).	Le principali misure di outcome utilizzate sono il SEBT per la valutazione dell'equilibrio dinamico attraverso il reaching con l'arto inferior, il TTB Time-to-boundary ad occhi chiusi per l'equilibrio statico, la disabilità/funzionalità percepita attraverso le scale FAAM e FAAM-Sport.	Non sono state rilevate differenze significative tra i gruppi ($p>0.10$), entrambi hanno dimostrato miglioramenti in tutti gli outcome valutati dopo l'intervento ($p<0.01$) alcuni dei quali mantenuti a distanza di una settimana post-intervento. L'effect size, il MCID ed il MDC indicano che il Balance training with STARS potrebbe essere più efficace del solo balance training nel migliorare il controllo posturale e la disabilità percepita in soggetti con CAI.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Wright CJ et al. 2016 A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability	RCT	Valutare l'efficacia comparativa di due comuni tecniche riabilitative per la caviglia: Balance training con Wobble Board (WB) e rinforzo della caviglia utilizzando elastici (resistance tubing RT).	40 soggetti con CAI sono stati randomizzati in due gruppi di trattamento: WB e RT. I criteri di inclusione del CAI includevano una storia di distorsione alla caviglia, una sensazione di cedimento ricorrente e un punteggio al CAIT ≤ 25.	I partecipanti hanno completato 5 test clinical-oriented (Foot lift test, Time-in-balance, Star Excursion Balance Test, Figure of 8 Hop e Side Hop) e 5 questionari patient-oriented [CAIT, FAAM Activities of Daily Living (ADL) e FAAM Sport, Short-Form 36 (SF-36) e Global Rating of Function (GRF)]. Dopo i test per valutare la baseline i partecipanti hanno completato 12 sessioni in 4 settimane di esercizio progressivo con WB o RT, quindi hanno ripetuto i test della baseline.	Le principali misure di outcome utilizzate nella valutazione pre e post-intervento sono state: i questionari CAIT, FAAM-ADL, FAAM-Sport, SF-36 e GRF. L'analisi delle differenze tra i due gruppi nel tempo è stata eseguita con 2x2 RMANOVA.	E' stata rilevata una significativa interazione tra il gruppo e il tempo per il FAAM-ADL ($p=0.043$). In particolare, il gruppo WB ha migliorato il risultato post intervento ($p<0,001$), mentre il gruppo RT è rimasto lo stesso ($p=0,294$). Non ci sono state altre interazioni significative tra i gruppi ($p>0,05$). Ci sono stati significativi miglioramenti dopo l'intervento per il CAIT, FAAM-Sport, GRF, SF-36 e tutti e 5 i test clinical-oriented ($p<0,001$).

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Linens SW et al. 2016 Wobble Board Rehabilitation for Improving Balance in Ankles with Chronic Instability	RCT	Quantificare i miglioramenti degli impairment clinici utilizzando un protocollo riabilitativo con Wobble Board per l'instabilità cronica di caviglia (CAI).	34 soggetti (età >18 anni, "giving-way" e storia di distorsioni alla caviglia ricorrenti) sono stati assegnati casualmente al gruppo di riabilitazione (REH) (170.22 ± 8.71 cm; 75.57 ± 13.55 kg; 22.94 ± 2.77 anni) e al gruppo controllo (CON) (168.57 ± 9.81 cm; 77.19 ± 19.93 kg; 23.18 ± 3.64 anni).	4 settimane senza intervento per il gruppo controllo e con Wobble Board per il gruppo sperimentale composto da 3 sessioni a settimana di 5 ripetizioni. I soggetti del gruppo REH sono stati posizionati vicino ad un muro ma gli è stato permesso di toccare la parete solo con la punta delle dita in caso di necessità per avere maggiore stabilità. In posizione monopedalica sulla Wobble Board sono state eseguite rotazioni in senso orario e antiorario. Sono stati predisposti 5 livelli di difficoltà per l'allenamento al variare del diametro della wobble board con altezze da 1 a 3 pollici. La direzione di rotazione iniziale è stata selezionata dal partecipante e variata ogni 10 secondi della prova. Cinque tentativi di 40 secondi sono stati completati con un minuto di riposo tra uno e l'altro.	Sono stati considerati i punteggi pre- e post-intervento nel Foot Lift test (numero medio di errori); Time-in-Balance Test TBT (performance migliore); SEBT anteromediale, mediale e posteromediale (distanza media di copertura normalizzata alla lunghezza della gamba); Side-hop test SHT (performance migliore) e Figure-of-8 Hop Test FHT (performance migliore).	Gli effetti principali per la variabile tempo sono stati significativi per tutte le misure ($p < 0,05$), tuttavia lo stesso non vale tra i due gruppi ($p > 0,05$) ad eccezione della direzione di raggiungimento anteromediale del SEBT ($p < 0,05$). Sono state rilevate interazioni significative per tutte le misure dipendenti ($p < 0,05$) eccetto nel TBT. Il test post-hoc per interazioni significative ha mostrato che il gruppo sperimentale ha migliorato le prestazioni al post-test, mentre il gruppo controllo non ha manifestato cambiamenti rilevanti.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Donovan L et al. 2016 Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial	RCT	Determinare se un programma riabilitativo di 4 settimane che include dispositivi di destabilizzazione ha effetti maggiori sulla funzione auto-riferita, range of motion (ROM), forza ed equilibrio rispetto alla riabilitazione senza dispositivi in pazienti con CAI.	26 soggetti con CAI (7 uomini, 19 donne; età $21,34 \pm 3,06$ anni, altezza $168,96 \pm 8,77$ cm, peso $70,73 \pm 13,86$ kg; FAAM-Sport >85) sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale (dispositivo) ed al gruppo controllo (senza dispositivo).	Tutti i partecipanti hanno completato 3 sessioni a settimana di riabilitazione per 4 settimane con o senza device; per un totale di 12 sessioni complessive. La durata della sessione è stata di circa un' ora e supervisionata da un preparatore atletico. Ai gruppi di riabilitazione sono stati prescritti esercizi per deficit nelle attività funzionali, nel ROM, nella forza e nell'equilibrio. Ogni gruppo (dispositivo, nessun dispositivo) ha completato lo stesso tipo di attività. Il tempo o le ripetizioni per ogni esercizio erano gli stessi per entrambi i gruppi. I 2 gruppi differivano nel modo in cui l'attività funzionale e gli esercizi di equilibrio sono stati progrediti, utilizzando o meno i diversi device per rendere gli esercizi più impegnativi. Il gruppo che non prevedeva device ha effettuato una progressione utilizzando, ad esempio, diverse superfici e l' utilizzo o la privazione della vista. I dispositivi di destabilizzazione impiegati sono stati il Myolux II (sandalo full-length che produce circa 30° di inversione e flessione plantare) ed il Myolux Athletik (sandalo non full-length che produce circa 45° di inversione e flessione plantare).	Sono stati utilizzati FAAM-ADL e FAAM-Sport per la funzione, la scala GROC, un inclinometro per il ROM della caviglia, un dinamometro portatile per la forza multidirezionale durante le contrazioni isometriche volontarie massimali tra 48 e 96 ore dopo l' ultima sessione riabilitativa. L'equilibrio statico e dinamico è stato valutato utilizzando una pedana di forza per calcolare la stabilità articolare (COP) ed il SEBT (anteriore, posteromediale e posterolaterale). EMG di superficie con sensori DE 2.1 differenziali per analizzare il reclutamento di unità motorie durante le attività richieste.	Non sono state osservate differenze statisticamente significative tra gruppo senza dispositivo e gruppo dispositivo. Incorporare device alla riabilitazione non sembrerebbe migliorare la funzionalità della caviglia rispetto a strumenti riabilitativi tradizionali. Tuttavia, entrambi i gruppi hanno fatto registrare importanti miglioramenti nella funzione auto-riferita e nella forza della caviglia.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Jain TK et al. 2016 Four Weeks of Balance Training does not Affect Ankle Joint Stiffness in Subjects with Unilateral Chronic Ankle Instability	RCT	Determinare se un programma di balance training di 4 settimane può modificare le caratteristiche meccaniche delle caviglie di soggetti con CAI.	22 soggetti con CAI unilaterale (età 34.2 ± 7.7 anni, peso 75.3 ± 13.6 kg; altezza 170 ± 8.8 cm; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, deficit funzionali auto-riferiti al questionario CAIT) sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale ed al gruppo controllo. Gli esaminatori non sono stati informati né dell' assegnazione dei gruppi né del trattamento.	L' intervento ha previsto un programma supervisionato di balance training statico e dinamico della durata di 4 settimane articolato in 3 sessioni settimanali della durata di 20 minuti ciascuna. E' stato utilizzato il Biodex Balance System (Biodex Inc, NY, USA), una pedana mobile circolare che consente di ottenere ul tilt fino a 20° in un range di movimento di 360° e può muoversi simultaneamente lungo gli assi anteriore-posteriore e mediale-laterale. Un software (Biodex 3.01) ha permesso di controllare i livelli di stabilità della pedana aumentandone la difficoltà in modo progressivo dal livello 12 (molto stabile) al livello 1 (molto instabile). Il training consisteva nel mantenimento della stazione eretta monopodolica sull' arto infortunato prima in statica con feedback visivo mantenendo un cursore al centro del monitor posto di fronte (3 ripetizioni da 30s al livello 6 e 3 al livello 2); poi in dinamica muovendo attivamente la pedana entro range definiti uni-planari e multi-planari con feedback visivo sul monitor (3 serie da 6 ripetizioni per le direzioni a-p e m-l e una serie di 10 movimenti circolari per il multi-planare).	Sono state utilizzate come principali misure di outcome la rigidità articolare della caviglia (ankle joint stiffness) e la zona neutra in inversione ed eversione, misurate passivamente pre e post-intervento attraverso un dinamometro Biodex 3 System (Biodex MS Inc, NY, USA) costituito da una particolare sedia ed una pedana mobile. La zona neutra è stata misurata come un range tra la posizione neutra articolare e la posizione di deviazione del carico del 10% in inversione ed eversione. La stiffness, valutata bilateralmente, come parte della curva del trasferimento di carico compresa tra la fine della posizione neutra ed il picco della curva. La misurazione passiva è stata ripetuta per un totale di 6 volte al massimo range articolare consentito.	Non sono state rilevate differenze statisticamente significative tra lato infortunato e lato sano nei valori di stiffness in eversione, zona neutral in inversion ed eversione. Alla baseline il valore di stiffness in inversione (0.69 ± 0.37 Nm/grado) del lato infortunato era significativamente inferiore ($p < 0.011$, 95% CI [0.563, 0.544]) del controlaterale sano (0.99 ± 0.41 Nm/degree). Il trattamento di balance training non ha apportato effetti rilevanti e significativi, se non una riduzione della stiffness in inversione, sulle caratteristiche meccaniche delle caviglie di soggetti con CAI.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Nam SM et al. 2016 Effects of balance training by knee joint motions on muscle activity in adult men with functional ankle instability	RCT	Esaminare gli effetti del balance training con applicazione di movimenti articolari del ginocchio sull'attività muscolare di adulti maschi con instabilità funzionale di caviglia (FAI).	28 soggetti adulti con FAI (età >20 anni, punteggio CAIT < 24) sono stati divisi casualmente in un gruppo sperimentale (balance training) e un gruppo di controllo (esercizio generico, stretching e rinforzo muscolare).	Il programma è stato eseguito 3 volte a settimana per 8 settimane complessive e ha previsto un tempo di 30 minuti, di cui 20 minuti di balance-training e 10 minuti di esercizi articolari per la caviglia. Il gruppo controllo, invece, un tempo di 30 minuti per l'esecuzione di stretching ed esercizi di rinforzo muscolare della caviglia. Per gli esercizi di equilibrio è stato utilizzato il sistema Bal Pro (Man & Tel Co., Korea) e sono stati applicati movimenti articolari del ginocchio. Il sistema Bal Pro consiste in uno schermo, un sensore di pressione per i movimenti orizzontali dati dal trasferimento di carico e un sensore di misurazione del tilt per analizzare l'angolo di flessione ed estensione delle ginocchia. Il training ha previsto 7 livelli di difficoltà progressiva.	E' stata analizzata l'attività muscolare prima e dopo l'intervento durante l'attivazione volontaria isometrica massimale, di ciascun gruppo, attraverso EMG di superficie utilizzando elettrodi collegati ai quattro muscoli chiave per la stabilità di caviglia ovvero tibiale anteriore, peroneo lungo, peroneo breve e gastrocnemio laterale.	Il gruppo sperimentale ha fatto rilevare aumenti significativi dell'attività muscolare dei muscoli tibiale anteriore, peroneo lungo e gastrocnemio laterale, mentre l'attività muscolare del peroneo breve è aumentata in modo non rilevante. Nel gruppo di controllo si è osservato un aumento significativo dell'attività muscolare del tibiale anteriore e del peroneo lungo, mentre non rilevante quella di peroneo breve e gastrocnemio laterale.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Cruz-Diaz D et al. 2015 Effects of 6-Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: A Randomized Controlled Trial	RCT	Determinare l'efficacia di un programma di balance-training di 6 settimane su pazienti con CAI in relazione ai risultati ottenuti ai test di equilibrio dinamico, sensazione soggettiva di instabilità e dolore riferito.	70 soggetti (atleti con storia di distorsioni di caviglia, instabilità percepita, punteggio CAIT <24) sono stati assegnati in modo casuale ai gruppi sperimentale e controllo. Il gruppo di controllo ha svolto l'allenamento tradizionale, mentre il gruppo sperimentale ha eseguito lo stesso training abituale oltre ad un programma di esercizi di equilibrio.	Il programma della durata di 6 settimane ha previsto 7 tasks eseguiti con diversi strumenti per promuovere una grande varietà di stimoli per la forza e la coordinazione. La difficoltà e l'intensità sono state aumentate in modo progressivo ogni 2 settimane. Le dosi di allenamento e la progressione sono state adattate individualmente in base alle capacità dei soggetti e per prevenire infortuni si procedeva con il task più complesso solo dopo aver svolto quello precedente in modo agevole. Il protocollo di esercizi ha previsto un warm-up di 5-10 minuti (esercizi di mobilità e stretching) seguito da un allenamento a circuito che includeva le 7 attività seguenti: tappetini per esercizi di diverso spessore, Dynair, Bosu, mini-trampolino, Foam Roller, elastici, Ankle Disc (simile al Dynair). Il circuito è stato completato in 45 secondi di lavoro con 30 secondi di riposo tra gli esercizi. È stato eseguito 2 volte consecutivamente con un periodo di riposo di 2 minuti, 3 volte a settimana.	Il T-Test abbinato è stato eseguito per valutare i cambiamenti nei punteggi di ogni gruppo mentre il T-Test per campioni indipendenti è stato eseguito per valutare le differenze di punteggio tra i gruppi. Il livello di significatività è stato assegnato per i valori p inferiori a 0,05 per tutte le analisi. Altre misure di outcome pre e post-intervento sono state il test SEBT, il questionario CAIT e la scala NPRS per valutare il dolore.	Sono state rilevate differenze significative tra i gruppi nei punteggi del CAIT e tutte le direzioni del SEBT ($p < 0,001$) ma non nel dolore ($p = 0,586$). Gli effect size erano maggiori per le misure dei risultati che mostravano differenze significative. Nel cambiamento interno al gruppo, quello sperimentale ha mostrato maggiori effect size nel CAIT, SEBT post-romediale, e posterolaterale, effetti moderati nel SEBT anteriore.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
De Ridder R et al. 2015 Effect of a Home-based Balance Training Protocol on Dynamic Postural Control in Subjects with Chronic Ankle Instability	Case-control	Stabilire la presenza di deficit posturali in soggetti con CAI e valutare l'effetto di un programma di balance-training di 8 settimane sul controllo posturale dinamico.	43 soggetti con CAI (età 22.3 ± 3.2 anni; altezza 176.2 ± 8.9 cm; peso: 71.9 ± 12.2 kg) con storia di distorsioni ricorrenti, giving way e deficit funzionali auto-riferiti e 31 soggetti sani (età: 25.8 ± 2.0 anni; altezza: 174.0 ± 9.6 cm; peso: 66.7 ± 9.7 kg) hanno partecipato a questo studio. Come gruppo di riferimento per l'intervento i primi 18 soggetti con CAI inizialmente non hanno ricevuto alcun intervento dopo le misurazioni di base. Dopo 8 settimane i soggetti sono stati sottoposti a screening per le stesse variabili di studio. Successivamente 14 di loro (parte dei 39 in totale) hanno accettato di eseguire il programma di intervento.	39 soggetti con CAI hanno svolto un programma di balance-training progressivo a domicilio senza supervisione della durata di 8 settimane con 3 sessioni a settimana per un totale di 24 sessioni. Quasi tutti gli esercizi sono stati eseguiti unilateralmente (caviglia testata) e la progressione consisteva in variazioni nella posizione del braccio, controllo visivo e superficiali instabili. Gli esercizi sono stati spiegati e ogni soggetto ha ricevuto un opuscolo di istruzioni in cui tutti gli esercizi sono stati documentati. Ogni soggetto ha ricevuto un tappetino (Airex AG, Switzerland) ed una pedana instabile (Wobble board, Physio Supplies LTD) ed è stato fornito un DVD contenente i video di tutte le 24 sessioni di equilibrio complete, in modo che i soggetti potessero eseguire gli esercizi sotto guida verbale e con dimostrazione visiva. Quasi tutti gli esercizi sono stati svolti unilateralmente (caviglia valutata alla baseline) e la progressione ha previsto una variazione della posizione delle braccia, del controllo visivo e diverse superfici di appoggio. Per documentare la compliance i partecipanti hanno compilato un diario e fornito informazioni telefoniche con scadenza settimanale.	Il controllo posturale dinamico è stato valutato dopo un Drop Vertical Jump Test mediante l'indice dinamico di stabilità posturale (DPSI). I risultati sono stati documentati utilizzando le scale FADI, FADI-Sport e VAS.	33 soggetti hanno completato il programma domiciliare assegnato. Il balance-training ha consentito di raggiungere risultati significativi e miglioramenti nella funzione auto-riferita (FADI $p=0.001$ e FADI-Sport $p=0.005$) e nel dolore (VAS $p<0.001$) ma non nella stabilità posturale dinamica. In conclusione, i soggetti con CAI presentano un'alterazione del controllo posturale su cui, tuttavia, il balance training non supervisionato non ha prodotto miglioramenti statisticamente significativi.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Mettler A et al. 2015 Balance Training and Center-of-Pressure Location in Participants With Chronic Ankle Instability	RCT	Determinare se la collocazione spaziale dei punti del Centre of Pressure (COP) in soggetti con CAI si modifichi dopo un programma di balance training di 4 settimane. Popolazione e Intervento descritti da McKeon et al ⁵¹	31 soggetti con CAI (età = 22.2 ± 4.5 anni; altezza = 168.9 ± 7.7cm; peso = 63.0 ± 8.8 kg; storia di distorsioni ricorrenti, giving way e deficit funzionali riferiti dai questionari FADI <90% e FADI-Sport <75%) sono stati assegnati casualmente al gruppo di intervento (16 partecipanti) e al gruppo controllo (15 partecipanti). Ai soggetti del gruppo controllo è stato chiesto di non svolgere alcuna attività riabilitativa nel periodo di valutazione.	L' intervento ha previsto un programma di balance training supervisionato della durata di 4 settimane focalizzato sul controllo posturale dinamico in stazione monopodalica, articolato in 3 sessioni a settimana di 20 minuti per un totale di 12 sessioni. Durante ogni sessione i soggetti hanno eseguito esercizi di equilibrio dinamico studiate per incrementare il recupero dell'equilibrio monopodalico dopo una perturbazione, sviluppando efficacemente strategie spontanee per raggiungere gli obiettivi. Ogni esercizio ha previsto 7 livelli di difficoltà e comprendeva salto con stabilizzazione (10 ripetizioni per direzione); salto con stabilizzazione e reaching (5 ripetizioni); salto con stabilizzazione da un box, attività progressive di equilibrio monopodalico con occhi aperti e successivamente con occhi chiusi su superfici diverse. Sono stati registrati i dati del COP pre e post-intervento attraverso 3 trial di 10 secondi ad occhi aperti e ad occhi chiusi in stazione monopodalica con ginocchio flesso a circa 45° ed anca a 30° dopo un tentativo di prova.	Il controllo posturale è stato valutato utilizzando una pedana di forza AccuSway (AMTI Corp, MA, USA) con una griglia dettagliata presente sulla superficie che ha consentito l' esatto posizionamento del piede tra i diversi trial. La forza di traslazione ed il momento della forza sono stati registrati a 50Hz producendo una sequenza di 500 punti di COP per un trial di 10 secondi. I dati sono quindi stati analizzati utilizzando il software MATLAB (versione 2008; The MathWorks Inc, MA, USA). Per ogni soggetto la superficie plantare è stata strutturata come un rettangolo diviso in 4 colonne e 4 righe per un totale di 16 riquadri; la collocazione spaziale dei punti del COP è stata registrata sulla base di uno dei riquadri e la frequenza in ogni riquadro conteggiata e utilizzata per la valutazione. Sono state indicate 4 sezioni principali: antero-mediale, antero-laterale, postero-mediale e postero-laterale	E' stato rilevato uno spostamento della posizione del COP dei soggetti del gruppo sperimentale da anteriore a meno anteriore in entrambi i trial ad occhi aperti (pre-intervento = 319.1 ± 165.4, post-intervento = 160.5 ± 149.5; P = .006) e ad occhi chiusi (pre-intervento = 387.9 ± 123.8, post-intervento = 189.4 ± 102.9; P < .001); mentre per il gruppo controllo non sono state osservate differenze statisticamente significative. Nei soggetti con CAI, il programma di balance training ha shiftato la posizione del COP da antero-laterale a postero-laterale migliorando la funzionalità del sistema sensori-motorio.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Hale SA et al. 2014 Bilateral Improvements in Lower Extremity Function After Unilateral Balance Training in Individuals With Chronic Ankle Instability	Studio di Coorte	Esaminare gli effetti di un programma di balance training eseguito unilateralmente sull' equilibrio bilaterale degli arti inferiori in soggetti con CAI.	34 soggetti con CAI (8 uomini, 26 donne; età = 24.32 ± 4.95 anni, altezza = 167.01 ± 9.45 cm, peso = 77.54 ± 23.76 kg; storia di distorsioni ricorrenti, giving way) sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale (17 partecipanti) e al gruppo controllo (17 partecipanti).	27 soggetti hanno completato il programma (13 per il gruppo sperimentale e 14 per il gruppo controllo). La procedura di valutazione ha previsto la somministrazione dei questionari FADI, FADI-Sport e l' esecuzione dei test Star Excursion Balance modificato (SEBT) e Balance Error Scoring System (BESS) per entrambi i gruppi ed entrambi gli arti inferiori (caviglia stabile e caviglia riferita instabile). Il gruppo sperimentale ha svolto il programma di training per 30 minuti, 2 volte a settimana per 4 settimane, mentre il gruppo controllo ha continuato a svolgere le normali attività. Il protocollo supervisionato, eseguito con l' arto sano, ha previsto esercizi con focus su equilibrio statico e dinamico tra i quali: stazione eretta monopodalicca, utilizzo di una wobble board, stazione eretta monopodalicca con elastic sull' arto controlaterale, salto anteriore monopodalicco, salto monopodalicco in senso orario/antiorario, step down monopodalicco. La progressione di ciascun esercizio è stata eseguita sulla base delle performance individuali.	I principali indicatori di outcome analizzati pre e post-intervento a 4 settimane sono i questionari FADI, FADI-Sport ed i test SEBT modificato (reaching anteriore, postero-laterale e postero-mediale) e BESS.	Sono stati rilevati cambiamenti tra i gruppi nei punteggi delle scale FADI ($p=0.003$) e FADI-Sport ($p<0.001$), il gruppo sperimentale ha ottenuto miglioramenti significativi nel reaching anteriore e postero-mediale del SEBT($p<0.005$), mentre entrambi nel reaching postero-laterale. Sono stati riportati cambiamenti significativi nei punteggi delle scale FADI e FADI-Sport relativamente all' arto instabile mentre nessuna variazione significativa per l' arto sano e per il test BESS. Lo svolgimento di un balance training unilaterale sull' arto sano potrebbe essere considerato nella riabilitazione in particolare in soggetti che non sono ancora in grado di svolgere attività in carico monopodalicco sull' arto instabile.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Asimenia G et al. 2013 Aquatic Training for Ankle Instability	RCT	Valutare i deficit di equilibrio dopo una distorsione alla caviglia, esaminare l'efficacia di 2 diversi programmi di riabilitazione sulla capacità di equilibrio ed indagare se l'efficacia del balance training è influenzata dall' ambiente in cui viene svolto.	30 studenti con instabilità funzionale di caviglia (età compresa tra 20 e 22 anni, di cui 16 maschi e 14 femmine; storia di distorsioni ricorrenti, giving way o instabilità percepita) sono stati casualmente divisi in 2 gruppi, il gruppo " Land training" (15 soggetti) ed il gruppo " Aquatic training" (15 soggetti).	I soggetti dei 2 gruppi hanno eseguito lo stesso tipo di esercizi di equilibrio per 6 settimane, 3 volte a settimana. Entrambi i gruppi hanno eseguito un programma di allenamento supervisionato di 20 minuti (45 secondi di esercizio e 15 secondi di riposo) con 5 diversi esercizi eseguiti (a) su "hard balance board" e (b) su "air disk" (5 esercizi x 2 tavolette x 2 ripetizioni). Gli esercizi eseguiti sono: mantenimento della stazione eretta monopodalica, mantenimento della posizione precedente con flessione ed estensione di ginocchio, con movimento dell' arto inferiore sollevato in avanti e indietro, calciando una palla al trainer e mentre il trainer restituiva la palla al soggetto da dietro. Il gruppo "Land training" ha eseguito il programma di riabilitazione a " secco" mentre il gruppo "Aquatic training" ha eseguito lo stesso programma di riabilitazione in una piscina in condizioni in cui il mantenimento dell' equilibrio è reso difficile dalla turbolenza prodotta dall' acqua e complicato progressivamente dal movimento delle mani.	La capacità di equilibrio è stata valutata pre e post-intervento attraverso il sistema Biodex Balance System BBS (Biodex Inc, NY, USA). La valutazione ha previsto test di equilibrio statico (indice di stabilità: totale, anteriore-posteriore, mediale-laterale) e test di equilibrio dinamico. Sono stati previsti 8 livelli di difficoltà progressiva di valutazione dell' equilibrio monopodalico (Livello 8=superficie molto stabile, Livello 1= superficie molto instabile). Tutte le procedure di valutazione sono state eseguite ad occhi aperti per ottenere un feedback visivo dal monitor e mantenendo le mani lungo i fianchi.	I risultati hanno mostrato che in entrambi i gruppi la capacità di mantenimento dell' equilibrio dell' arto infortunato è stata notevolmente migliorata dopo il periodo di training ($p<0,05$) anche se non sono state osservate differenze significative tra i diversi gruppi ($p>0,05$). Nelle misurazioni finali non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra l'arto infortunato e quello sano.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Sefton JM et al. 2011 Six Weeks of Balance Training Improves Sensorimotor Function in Individuals With Chronic Ankle Instability	Studio di Coorte	Valutare l' effetto di 6 settimane di balance training sui deficit sensorimotori di soggetti con Chronic Ankle Instability.	12 soggetti con CAI (8 femmine, 4 maschi; altezza 165.1 ± 8.9 cm; peso 67.2 ± 9.4 kg; età 21.2 ± 2.1 anni; storia di distorsioni ricorrenti, deficit funzionali riportati ai questionari FADI e FAII) e 9 soggetti sani sono stati assegnati casualmente al gruppo sperimentale e al gruppo controllo. I membri del gruppo sperimentale hanno svolto il programma di balance training, quelli del gruppo controllo hanno svolto le normali attività quotidiane.	Il gruppo sperimentale ha svolto il programma di balance training 3 volte a settimana per 6 settimane con un totale di 18 sessioni. Il protocollo è stato eseguito su una pedana instabile con un labirinto (marble maze) al centro con 4 livelli di difficoltà progressive raggiunti attraverso la modifica dell' altezza del centro di support della pedana e passando da una condizione bipodolica ad una monopodolica. Il livello successive veniva raggiunto una volta completato il precedente 8 volte in 3 minuti. Il gruppo controllo non ha eseguito alcun esercizio ma ha continuato le normali attività quotidiane.	I principali indicatori di outcome utilizzati pre e post-intervento sono stati: il Centre of Pressure per il controllo posturale statico misurato attraverso una pedana di forza in stazione monopodolica sull' arto instabile fino ad un Massimo di 5 minuti; il SEBT per il controllo posturale dinamico (reaching anteriore, postero-laterale e postero-mediale); il Motoneuron Pool Excitability per valutare il riflesso-H attraverso elettrodi ed il Joint Position Sense attraverso il sistema Biodex System 3 exercise dynamometer.	I soggetti con CAI del gruppo sperimentale hanno dimostrato una performance migliore rispetto al gruppo controllo nell' esecuzione del SEBT anteriore (p=0,021), postero-laterale (0,03) e postero-mediale (0,048); moneuron pool excitability (p=0,044) e Joint Position Sense error in inversione (p=0,017). Non sono state osservate differenze statisticamente significative riguardo il controllo posturale statico in flessione plantare. Questi risultati indicano che un programma di balance training apportando miglioramenti nelle funzionalità della caviglia, potrebbe condurre ad una riduzione dell' incidenza di infortuni in soggetti con CAI. Livello di evidenza 2B.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
McKeon PO et al. 2009 Effects of balance training on gait parameters in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial	RCT	Determinare gli effetti di un programma di balance training di 4 settimane sulla cinematica della caviglia durante il cammino e la corsa in soggetti con CAI.	31 soggetti con CAI (età = 22.2 ± 4.5 anni; altezza = 168.9 ± 7.7 cm; peso = 63.0 ± 8.8 kg; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, 4 o più risposte positive al questionario AII e deficit funzionali riferiti dai questionari FADI e FADI-Sport) sono stati assegnati casualmente al gruppo di intervento (16 partecipanti) e al gruppo controllo (15 partecipanti).	L' intervento ha previsto un programma di balance training supervisionato della durata di 4 settimane focalizzato sul controllo posturale dinamico in stazione monopodalic, articolato in 3 sessioni a settimana di 20 minuti. Durante ogni sessione i soggetti hanno eseguito esercizi di equilibrio dinamico studiate per incrementare il recupero dell'equilibrio monopodalico dopo una perturbazione, sviluppando efficacemente strategie spontanee per raggiungere gli obiettivi. Ogni esercizio ha previsto 7 livelli di difficoltà e comprendeva salto con stabilizzazione (10 ripetizioni per direzione); salto con stabilizzazione e reaching (5 ripetizioni); salto con stabilizzazione da un box, attività progressive di equilibrio monopodalico con occhi aperti e successivamente con occhi chiusi su superfici diverse. Il gruppo controllo non ha svolto alcun esercizio.	Le principali misure di outcome utilizzate per la valutazione pre e post-intervento hanno incluso: disabilità auto-riferita attraverso i questionari FADI e FADI-Sport; cinematica della caviglia attraverso un sistema di Gait analisi e analisi del movimento dotato di 10 telecamere (VICON Motion Systems Inc, CA, USA), sensori e markers posizionati sui soggetti su specifici reperi ed un treadmill modificato con una pedana di forza (AMTI; MA, USA) per camminata e corsa. I soggetti hanno camminato ad una velocità 1.32 m/s e corso a 2.64 m/s per 15s, ogni trial ripetuto 5 volte dopo un warm up iniziale di 5 minuti di camminata. La misurazione strumentale della stabilità dell' articolazione della caviglia e sotto-astraglica è stata eseguita con un antropometro portatile (BRR Inc, FL USA) con 3 misurazioni per lassità anteriore e tre per l' inversione. Nell' analisi cinematica 3D sono state calcolate la velocità angolare di inversione e la shank rotation.	Non sono state rilevate alterazioni statisticamente significative nell' analisi cinematica di inversion/eversion e shank rotation durante cammino e corsa post-intervento di balance training. È stata osservata una significativa riduzione della rotazione/inversion-eversion del retro piede (accoppiamento shank/rearfoot) nel cammino dopo il balance training ($p=0.03$) che indica un miglioramento nella stabilità dinamica. Non sono stati registrati cambiamenti evidenti nel gruppo controllo e nelle misurazioni antropometriche relative alla lassità articolare in entrambi i gruppi.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
McKeon PO et al. 2008 Balance Training Improves Function and Postural Control in those with Chronic Ankle Instability	RCT	Determinare gli effetti di un programma di balance training di 4 settimane sul controllo postural statico e dinamico e sugli outcome funzionali auto-riferiti nei soggetti con CAI.	31 soggetti con CAI (età = 22.2 ± 4.5 anni; altezza = 168.9 ± 7.7 cm; peso = 63.0 ± 8.8 kg; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, 4 o più risposte positive al questionario AII e deficit funzionali riferiti dai questionari FADI e FADI-Sport) sono stati assegnati casualmente al gruppo di intervento (16 partecipanti) e al gruppo controllo (15 partecipanti).	L' intervento ha previsto un programma di balance training supervisionato della durata di 4 settimane focalizzato sul controllo posturale dinamico in stazione monopodalica, articolato in 3 sessioni a settimana di 20 minuti. Durante ogni sessione i soggetti hanno eseguito esercizi di equilibrio dinamico studiate per incrementare il recupero dell'equilibrio monopodalico dopo una perturbazione, sviluppando efficacemente strategie spontanee per raggiungere gli obiettivi. Ogni esercizio ha previsto 7 livelli di difficoltà e comprendeva salto con stabilizzazione (10 ripetizioni per direzione); salto con stabilizzazione e reaching (5 ripetizioni); salto con stabilizzazione da un box, attività progressive di equilibrio monopodalico con occhi aperti e successivamente con occhi chiusi su superfici diverse.	Le principali misure di outcome utilizzate per la valutazione pre e post-intervento hanno incluso: disabilità auto-riferita attraverso i questionari FADI e FADI-Sport; misura della stabilità articolare (Centre Of Pressure); misura Time-to-Boundary (TTB) del controllo posturale in posizione monopodalica con occhi aperti e chiusi ed il SEBT (reaching anteriore, posteromediale e posterolaterale).	Il gruppo sperimentale che ha eseguito il balance training ha riportato miglioramenti significativi nella funzionalità auto-riferita attraverso i questionari FADI ($p=0.003$) e FADI-Sport ($p=0.009$), nelle misure TTB con gli occhi chiusi e nel reaching postero-mediale ($p=0.01$) e postero-laterale ($p=0.03$) del SEBT. Solo una delle misure sommarie basate sulla COP è cambiata in modo significativo ($p=0.03$) dopo il training dell' equilibrio.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Kidgell DJ et al. 2007 Effect of six weeks of dura disc and mini-trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability	RCT	Confrontare l'effetto di 6 settimane di training dell' equilibrio su un minitrampolino o con Dura Disc sull' instabilità posturale e determinare quale dei due sia più efficace per migliorarla.	20 soggetti (11 uomini, 9 donne, età $25,4 \pm 4,2$ anni; storia di LAS negli ultimi 2 anni) sono stati assegnati casualmente ad un gruppo di controllo e a 2 sperimentali di cui uno di training con Dura Disc (DT) e l' altro con mini-trampolino (MT). Il gruppo controllo non ha eseguito esercizi specifici ma ha mantenuto le normali attività quotidiane.	I partecipanti dei gruppi sperimentali hanno completato un training della durata di 6 settimane con 3 sedute a settimana. Il programma ha previsto un protocollo di sovraccarico neuromuscolare progressivo con esercizi specifici sia per l' articolazione tibio-tarsica sia sotto-astraglica. Entrambi i gruppi sperimentali hanno completato gli stessi esercizi di equilibrio statico in stazione eretta, tilt anteriore-posteriore (flessione plantare e dorsale) e tilt mediale-laterale (inversione ed eversione controllate) in catena cinetica chiusa. Questi esercizi sono stati scelti per la loro specificità associata alla natura del trauma alla caviglia. Il carico di allenamento è stato aumentato ogni secondo micro-ciclo. Questo il programma. Settimane 1 e 2: 3 esercizi di equilibrio statico di 30 secondi, 3 di inclinazione a-p e m-l da 6 ripetizioni. Settimane 3 e 4: 3 esercizi di equilibrio statico di 60 secondi e 4 di inclinazione a-p e m-l da 10 ripetizioni. Settimane 5 e 6: 3 esercizi di equilibrio statico di 30 secondi (occhi chiusi) e 3 di inclinazione a-p e m-l di 6 ripetizioni (occhi chiusi).	L'instabilità posturale ed il Center of Pressure (CoP) sono stati misurati pre e post-intervento utilizzando una pedana di forza su cui i soggetti hanno dovuto mantenere l' equilibrio in stazione monopodolica sull' arto infortunato per 25 secondi, effettuando una media di 3 tentativi.	Dopo l'intervento di 6 settimane c'è stata una significativa differenza ($p < 0,05$) nell'instabilità posturale pre- e post-test per entrambi i gruppi MT (pre-test $56,8 \pm 20,5$ mm, post-test $33,3 \pm 8,5$ mm) e DT (pre-test $41,3 \pm 2,6$ mm, post-test $27,2 \pm 4,8$ mm). Non è stata rilevata alcuna differenza significativa ne effetto trattamento ($p = 0,193$) tra i gruppi MT e DT nonostante i risultati abbiano indicato un miglioramento più ampio nel gruppo MT. Questi risultati indicano che non solo il mini-trampolino è uno strumento efficace per migliorare l'equilibrio dopo LAS, ma è altrettanto efficace quanto il Dura Disc.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Eils E et al. 2001 A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability	RCT	Determinare gli effetti di un programma di esercizio di esercizio proprioceptivo multi-station di 6 settimane da integrare nella tradizionale routine di training di soggetti con CAI.	30 soggetti con CAI (età >18 anni; storia di distorsioni ricorrenti, giving way, deficit funzionali auto-riferiti) sono stati assegnati casualmente al gruppo di intervento (20 partecipanti) e al gruppo controllo (10 partecipanti). Il gruppo controllo non ha svolto alcun esercizio e ha partecipato solo alla fase di valutazione iniziale e finale dopo 6 settimane.	L' intervento ha previsto un programma di training proprioceptivo supervisionato della durata di 6 settimane articolato in sessioni di 20 minuti svolti una volta a settimana. Durante ogni sessione i soggetti hanno eseguito 12 esercizi utilizzando rispettivamente exercise mats (Airex®, Gaugler & Lutz oHG, Germany), pedane oscillanti (Posturomed®, Haider Bioswing, Germany), ankle disk, Pedalo® (Holz-Hortz GmbH, Germany), fasce elastiche (Thera-Band®, Germany), air squab, tavolette di legno per inversione-eversione, mini trampolini, aerobic step (BodyBench®, Megaspport Vertriebs GmbH, Germany), uneven walkway, pedane basculanti (Haramed®, Original Norsk-MPTT, Erfstadt-Lechenich), Biodex® (Shirley, NY). Gli esercizi hanno previsto principalmente il mantenimento della stazione monopodolica su diverse superfici, movimenti in diverse direzioni, cammino su superfici differenti, con difficoltà progressiva incrementata ogni 2 settimane. Il programma ha previsto un warm-up dai 5 ai 10 minuti, l' esecuzione di ciascun esercizio per 45 secondi con 30 secondi di pausa per passare alla stazione successiva per un totale di 20 minuti; gli esercizi sono stati ripetuti 2 volte per allenare entrambi gli arti inferiori nello stesso modo. Molte stazioni sono state adattate per allenare diversi soggetti contemporaneamente per poter facilmente includere questo protocollo in un normale programma di allenamento per atleti o gruppi di pazienti.	Le principali misure di outcome utilizzate per la valutazione pre e post-intervento hanno incluso: Il Joint Position Sense con un test di riproduzione di un angolo articolare; il Postural Sway per l' analisi della postura globale e del Center of Gravity durante la stazione monopodolica utilizzando una pedana di forza; il Muscle Reaction Time (MRT) utilizzando una pedana inclinata (30° per simulare il movimento di inversione) e degli elettrodi bipolari posizionati su tibiale anteriore, peroneo lungo e breve.	Il gruppo sperimentale che ha eseguito il training proprioceptivo ha riportato miglioramenti significativi nel Joint Position Sense con un rilevante cambiamento tra i 15° e i 30° di flessione plantare e nel Postural Sway ($p<0,01$) così come cambiamenti significativi nel Muscle Reaction Time del peroneo lungo e breve ($p<0,001$). Il gruppo controllo ha riportato miglioramenti ma non significativi comparati al gruppo sperimentale. Sulla base dei risultati soggetti ottenuti con una riduzione degli episodi di distorsione, una migliore sensazione di stabilità dopo il periodo di esercizio, questo protocollo potrebbe essere integrato nel programma riabilitativo tradizionale e raccomandato in soggetti con CAI.

Autore e Titolo	Disegno	Obiettivi	Popolazione	Intervento	Outcome	Risultati
Bernier JN et al. 1998 Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle	RCT	Determinare gli effetti di un programma di allenamento di coordinazione ed equilibrio sulla propriocezione di soggetti con instabilità funzionale di caviglia (FAI).	45 soggetti con FAI (età = 22.53 ± 3.95 years, altezza = 172.04 ± 10.0 cm, peso = 71.72 ± 15.7 kg, storia di distorsioni ricorrenti) sono stati assegnati casualmente al gruppo controllo (Gruppo 1), al gruppo sham (Gruppo 2) e al gruppo sperimentale (Gruppo 3).	Il protocollo svolto dal gruppo 3 ha previsto un training di 6 settimane articolato in 3 sedute alla settimana della durata di 10 minuti. L' esecuzione degli esercizi ha richiesto la stazione eretta monopodalica sull'arto infortunato con il ginocchio controlaterale flesso a circa 75° e le braccia incrociate sul petto. Gli esercizi sono stati eseguiti con gli occhi aperti e chiusi in stazione eretta monopodalica svolgendo 13 diversi esercizi su diverse superfici/device da mono-assiali a multi-assiali e difficoltà progressiva. Gli esercizi 1-3 hanno previsto il mantenimento dell' equilibrio su una superficie stabile (il pavimento) con gli occhi aperti, gli occhi chiusi e durante il raccoglimento di oggetti (occhi aperti) dal pavimento. Gli esercizi 4-9 il mantenimento dell' equilibrio su una pedana inclinata che consentiva il movimento in una sola direzione. Gli esercizi 10-11 su una pedana oscillante circolare con una sfera alla base che consentiva un movimento multi-assiale in tutte le direzioni. Gli esercizi 12-13 una serie di salti con stabilizzazione con un periodo di 5 secondi dopo ogni salto.	Sono stati valutati il senso di posizione articolare (JPS) attivo e passivo ed il controllo posturale (Sway index) attraverso una pedana di forza Biodex (Biodex Inc, NY, USA) ad occhi aperti e ad occhi chiusi su una piattaforma stabile ed il tilt in inversione-eversione. L'analisi della varianza per il punteggio di equilibrio modificato per l' oscillazione anteriore e posteriore, così come quella mediale e laterale, hanno rivelato significative interazioni a 4 vie.	Le analisi post-hoc di Tukey hanno rivelato che il Gruppo 3 ha ottenuto risultati significativamente migliori ($p < 0.05$) rispetto al Gruppo 1 e 2 sul post-test. Non vi sono state differenze significative per il JPS o nel Postural Sway Index. I risultati suggeriscono che il balance training ed il training di coordinazione possono modificare alcuni aspetti del controllo posturale in soggetti con CAI.

3.2 Analisi del Rischio di Bias

Per l'analisi è stato utilizzato il Cochrane Risk of Bias Tool 2 (RoB2)⁴⁶. Tale strumento è strutturato in un set predefinito di domini corrispondenti ai diversi bias che gli studi possono presentare quali: Processo di randomizzazione; deviazione dall'intervento iniziale previsto; mancanza di dati relativi agli outcome; misura degli outcome; selezione dei risultati riportati e bias complessivo. Il giudizio relativo al rischio di bias di ogni dominio è stato generato attraverso un algoritmo basato sulle risposte alle diverse domande. La classificazione del rischio prevede tre categorie: "low", "some concerns/unclear" e "high"⁴⁶. Si riporta una tabella riassuntiva ed una come modello esemplificativo; le singole tabelle sono state inserite nella sezione Appendici.

Autori	Randomization process	Deviation from Intended Interventions	Missing outcome data	Measurement of the outcome	Selection of the reported result	Overall bias
Lee H et al. 2021	L	SC	L	L	L	SC
Kim K-M et al. 2021	L	SC	L	L	L	SC
Elsotohy NM et al. 2021	SC	SC	L	L	L	SC
Uzlasir S et al. 2021	L	L	L	SC	L	SC
Huang P et al. 2021	L	L	L	SC	L	SC
Alahmari KA et al. 2021	SC	SC	L	SC	L	H
Burcal CJ et al. 2019	L	SC	L	L	L	SC
Anguish et al. 2018	SC	SC	L	L	L	SC
Ha SY et al. 2018	SC	SC	L	L	SC	H
Hall EA et al. 2018	SC	SC	L	L	L	SC
Nam SM et al. 2018	SC	SC	L	SC	SC	H
Burcal CJ et al. 2017	L	SC	L	SC	L	SC
Wright CJ et al. 2017	L	SC	L	SC	L	SC
Linens SW et al. 2016	SC	L	L	SC	L	SC
Donovan L et al. 2016	L	L	L	L	L	L
Jain TK et al. 2016	SC	L	L	L	L	SC
Nam SM et al. 2016	SC	SC	L	SC	SC	H

Cruz-Diaz D et al. 2015	L	L	L	L	L	L
De Ridder R et al. 2015	SC	L	SC	SC	L	SC
Mettler A et al. 2015	L	L	L	SC	L	SC
Hale SA et al. 2014	SC	SC	L	SC	L	SC
Asimenia G et al. 2013	SC	SC	L	SC	L	SC
Sefton JM et al. 2011	SC	SC	L	SC	L	SC
McKeon PO et al. 2009	L	SC	L	SC	L	SC
McKeon PO et al. 2008	L	L	L	SC	L	SC
Kidgell DJ et al. 2007	L	SC	L	SC	L	SC
Eils E et al. 2001	SC	SC	SC	SC	L	H
Bernier JN et al. 1998	SC	SC	L	SC	L	SC

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Lee H et al. 2021	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	PN	Outcome data for all participants?	Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	PN	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	PN	SOME CONCERNS
	Allocation sequence concealed?	NI	Personnel aware of intervention?	NI			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	NI			
	Baseline imbalances suggest a problem?	NI	Deviations that arose from the experimental context?	PN	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	NI	Result-selected from multiple outcome measurements?	PN	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?	PN			Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	PN			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	PN	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?	NI			Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?	PN	Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	SC	Risk	L					

LEGENDA: Y(Yes); PN (Probably Yes); N(No); PN (Probably No); NI(No Informations); L (Low Risk); SC (Some Concerns); H (High Risk)

4. DISCUSSIONE

Da una prima analisi degli articoli selezionati Da una ricerca preliminare della letteratura esistente riguardante l'argomento sono stati individuati numerosi RCT, alcuni Case-study e Studi di Coorte. Le revisioni sistematiche ottenute dalla ricerca trattavano anche articoli che non rientravano nei criteri di inclusione, quindi si è deciso di escluderle. Non sono stati esclusi Case-study e Studi di Coorte per non perdere materiale aggiuntivo ed importante.

Un altro elemento è sicuramente l'intervento terapeutico utilizzato. E' stata fatta una scelta ponderata a riguardo che ha portato alla decisione di includere, senza vincoli nei criteri di inclusione, studi che prevedessero come intervento il balance training e sue varianti, balance training associato a strength training e balance training associato a progressive hop-to-stabilization o training pliometrico per evitare di eliminare studi con potenziale essendo troppo selettivi; mentre non sono stati selezionati articoli che includevano programmi multimodali o con combinazioni di trattamento multiple. Degli studi sottoposti a screening e valutazione 20 trattavano di balance training e sue varianti, 6 balance training e strength training, 2 balance training e progressive hop-to-stabilization.

La stessa scelta è stata fatta in merito agli outcome utilizzati nei diversi articoli, non sono stati posti limiti nei criteri di inclusione purché quelli utilizzati fossero validati, affidabili e coerenti. Le principali misure di outcome utilizzate, descritte nel capitolo introduttivo dell'elaborato, sono le scale del dolore VAS e NPRS; i questionari su instabilità e deficit funzionali CAIT, FAAM-ADL e FAAM-Sport, FADI e FADI-Sport; i test di equilibrio Star Excursion Balance test (SEBT), Balance Error Scoring System (BESS), Y-Balance test (YBT); i test di salto Single Hop test (SHT), Side Hop test (SHT), Figure-8 Hop test (FHT); il Centre of Pressure (CoP) e l'attività elettromiografica di superficie (EMG).

Il Balance training come forma di esercizio terapeutico è utilizzato da tempo nella prevenzione e nel trattamento di distorsioni laterali di caviglia (LAS) e di instabilità cronica di caviglia (CAI). Tuttavia, nonostante sia diventato parte dello standard care, non vi è ancora un consenso univoco in letteratura riguardo l'evidenza clinica degli effetti e dell'efficacia, così come non sono ben definite tipologia e posologia di tale intervento in soggetti con CAI. Sulla base di questa premessa si è cercato di evidenziare il ruolo del balance training come strategia terapeutica nei soggetti che presentano Chronic Ankle Instability.

E' stato osservato e riportato da Freeman et al.¹⁵ che, in seguito ad un trauma distorsivo, la parziale alterazione nella trasmissione di informazioni propriocettive a feedback provenienti dal sistema capsulo-legamentoso e funzionali alla stabilizzazione di piede/caviglia così come, di conseguenza, una risposta riflessa ritardata rendono il distretto più suscettibile ad un cedimento (giving way) e ad una recidiva. A ciò si associa un cambiamento del sistema di controllo sensori-motorio che conduce ad un

impairment del controllo posturale, una riduzione di forza dei muscoli eversori della caviglia ed un'alterazione del controllo motorio dei muscoli prossimali della caviglia che ha subito il trauma ⁴¹. Un'alterazione del sistema sensoriale-motorio a livello periferico, dunque, può tradursi in particolare in un impairment dell'equilibrio statico e/o dinamico la cui regolazione richiede non solo risposte effettrici motorie adeguate, ma anche l'integrazione di feedback afferenti sensoriali relativi a magnitudine, velocità e variabilità delle oscillazioni con le informazioni dei sub-sistemi visivo, vestibolare e propriocettivo ⁴³. L'equilibrio è garantito dai movimenti di caviglia, ginocchio, anca e bacino e può essere disturbato quando il centro di gravità del soggetto non può essere propriamente percepito o quando movimenti di correzione non sono eseguiti in modo fluido e coordinato.

Bernier et al.⁴⁸ hanno proposto un programma di balance training della durata di 6 settimane articolato in esercizi a difficoltà progressiva crescente ed una combinazione di superfici stabili ed instabili su cui i soggetti eseguivano task motori in diverse posizioni sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi (Appendice 1). Gli esercizi sono stati somministrati con una difficoltà progressiva crescente ed organizzati in "strategie". Strategie 1-3 prevedevano il mantenimento della posizione prima ad occhi aperti poi chiusi ed il raccoglimento di oggetti. Strategie 4-9 mantenimento della posizione su una pedana instabile uniplanare di 35 cm di diametro posizionando il piede in 3 modi diversi consentendo prima flessione dorsale-plantare, poi inversione-eversione ed infine una combinazione di essi. I risultati ottenuti al termine suggeriscono un significativo miglioramento nel controllo posturale statico e dinamico a fronte però di un'assenza di cambiamenti rilevanti nel Joint Position Sense (JPS), nella riproduzione attiva e passiva dell'angolo articolare nello specifico, anche se presente un "learning-effect".

Eils et al.⁴⁹ hanno suggerito un programma di balance training multi-stazione a bassa intensità della durata di 6 settimane per valutare, in soggetti con CAI, gli effetti di esercizi di propriocizione, equilibrio e coordinazione facilmente integrabili in una normale routine di training sportivo. Dopo aver rilevato il Postural Sway ed il Muscle Reaction Time (Appendice 2), sono stati eseguiti 12 esercizi differenti utilizzando 12 strumenti tra pedane, dispositivi di destabilizzazione ed altre attrezzature dedicate, la difficoltà di ogni stazione è stata aumentata ogni 2 settimane (Appendice 3). Sono stati rilevati cambiamenti significativi nel JPS, ad eccezione della flessione dorsale a 10° ($p=0,057$), nella flessione plantare a 15° e 30°; una riduzione del Postural Sway nelle direzioni antero-posteriore e medio-laterale e dell'Overall Sway del centro di gravità (CoG); una riduzione significativa del MRT di peroneo lungo e peroneo breve mentre nessuna variazione significativa dell'attivazione muscolare EMG ed infine una riduzione di almeno il 60% degli episodi di distorsione ed una migliore sensazione di stabilità auto-riferita. I tempi di reazione muscolare di peronieri e tibiale anteriore rilevati dopo un rapido movimento di inversione indotto passivamente sono in accordo con i risultati di diversi altri studi⁴⁹; il maggior tempo di reazione del tibiale anteriore sarebbe dovuto al fatto che non è direttamente coinvolto nel

movimento di inversione. Nonostante i risultati ottenuti nella riduzione del tempo di attivazione dei muscoli in oggetto osservata nel 65% dei casi non sia statisticamente significativa, un miglioramento nella loro sincronizzazione come strategia per prevenire l'infortunio in inversione sottolinea il miglioramento nella coordinazione quale effetto del training proposto. La valutazione dei parametri oggettivi post-test e dei feedback soggettivi dei partecipanti porterebbe a raccomandare tale programma di training propriocettivo nel trattamento di disordini associati a distorsioni di caviglia ricorrenti. Comparato ad altri programmi riabilitativi, avrebbe il vantaggio di richiedere una frequenza di allenamento di una seduta a settimana, una bassa intensità, la possibilità di estendere l'intervento a gruppi di persone e non solo a singoli e di integrare il training nella normale routine sia di soggetti sportivi che non sportivi e anziani con le dovute modifiche se necessarie.

Kidgell et al.⁵⁰ hanno valutato l'efficacia di un programma di balance training di 6 settimane eseguito sia con mini-trampolino elastico sia con dura disc per indagare quale dei due strumenti fosse il più indicato e apportasse miglioramenti nel controllo posturale di soggetti con instabilità cronica di caviglia. Il protocollo ha previsto una serie di esercizi specifici per l'articolazione tibio-tarsica e sotto-astragalica a catena cinetica chiusa con difficoltà e richieste di controllo neuro-muscolare crescente e sovraccarico progressivo, eseguiti su mini-trampolino o su dura disc. Gli esercizi svolti includevano il mantenimento della posizione monopodica per almeno 30 secondi, tilt antero-posteriore e tilt mediale-laterale, prima ad occhi aperti poi ad occhi chiusi. Il sovraccarico progressivo è stato introdotto per aumentare l'endurance muscolare. I risultati ottenuti hanno dimostrato che il training con mini-trampolino non solo si è dimostrato efficace nel migliorare il controllo posturale ma che il cambiamento è stato significativo al pari di quello ottenuto utilizzando il dura disc, confermando che il deficit propriocettivo presente in soggetti con CAI può essere modificato attraverso un programma di balance training.

McKeon et al.⁵¹ hanno osservato che i programmi di balance training tradizionali generalmente non sono così efficaci nel mettere alla prova il sistema sensori-motorio per sviluppare un cambiamento rilevante nel controllo posturale sia statico che dinamico. A tal proposito hanno suggerito di integrare attività che enfaticassero la stabilità dinamica a seguito di diverse perturbazioni e stimolazioni quali cambi di direzione previsti e imprevisi, atterraggi da un salto e attività di reaching dinamico. È stato proposto un programma di balance training di 4 settimane con esercizi a difficoltà progressiva progettati per sfidare le abilità dei soggetti con CAI in esame nel mantenere la stazione eretta monopodica durante l'esecuzione contemporanea di altre attività, e per sviluppare strategie spontanee di adattamento e recupero dopo una de-stabilizzazione per portare a termine il compito. Gli esercizi hanno previsto salto con stabilizzazione; salto con stabilizzazione e reaching; salto con stabilizzazione dal box; attività a difficoltà progressiva in monopodica ad occhi aperti e ad occhi chiusi (Appendice 4). I risultati ottenuti confermano significativi miglioramenti nella funzione auto-riferita ai questionari FADI e FADI-Sport, nel

controllo posturale statico analizzato tramite TTB e COP, e nel controllo posturale dinamico esaminato attraverso il SEBT. Non sono stati raggiunti cambiamenti significativi nel controllo posturale statico nell'esecuzione del training ad occhi aperti, contrariamente a quanto accaduto per il training ad occhi chiusi, e ciò potrebbe essere dovuto al fatto che l'input visivo fornisce un adeguato feedback attraverso cui elaborare strategie compensatorie per bilanciare il deficit di controllo posturale. Manipolando volontariamente variabili relative al compito motorio e all'ambiente in cui viene eseguito, il balance training potrebbe migliorare in modo efficace e significativo il deficit sensori-motorio in soggetti con CAI. Un altro aspetto su cui gli autori si sono focalizzati riguarda l'alterazione del meccanismo del cammino e dei parametri associati⁵². Distorsioni ricorrenti generalmente accadono in condizioni di eccessiva supinazione del retropiede ed una rotazione esterna della gamba subito dopo il contatto iniziale del ciclo del passo. E' stato affermato che tale posizione del retropiede nella transizione dalla fase di "swing" a quella di "stance", tra sia dovuta ad una lesione/lassità legamentosa conseguente a traumi ripetuti; ed è stata dimostrata un'alterazione della cinematica dovuta ad un accoppiamento asincrono nel movimento tra eversione del retropiede e rotazione della gamba. Lo stesso programma di balance training utilizzato precedentemente è stato proposto per valutarne gli effetti sulla cinematica della caviglia durante il cammino e sulla lassità e stiffness articolare. Dopo una valutazione attraverso Gait Analysis e Artrometria strumentale, dai risultati ottenuti in seguito al balance training sono emersi significativi miglioramenti nella funzione auto-riferita ai questionari FADI e FADI-Sport, nella performance del SEBT per il controllo posturale ed una minore variabilità nella relazione di accoppiamento tra retropiede e gamba nel cammino dimostrando una maggiore stabilità nella coordinazione sensori-motoria dei due segmenti. Non sono stati osservati cambiamenti rilevanti nella cinematica così come nella lassità e stiffness articolare, come confermato anche dallo studio di Jain et al.⁵⁴, per cui le variazioni rilevate sono da attribuire principalmente al sistema di controllo motorio anziché ad alterazioni meccaniche del sistema di stabilizzazione legamentoso⁵².

Sefton et al.⁵³ hanno proposto un programma di balance training di 6 settimane in cui i soggetti in esame hanno utilizzato una pedana propriocettiva contenente un labirinto a spirale. La scelta di utilizzare un compito di abilità cognitivo-motoria è stata supportata dal fatto che l'integrazione di tale task avrebbe coinvolto la modulazione pre-sinaptica e prodotto cambiamenti nel riflesso-H nonché aumentato la compliance e l'interesse dei partecipanti. Sono stati previsti quattro livelli di difficoltà di utilizzo dello strumento ottenuti attraverso un dispositivo meccanico fissato nella parte inferiore del centro della pedana. I soggetti in esame hanno dovuto risolvere il labirinto, muovendo indirettamente la sfera che vi era contenuta attraverso lo spostamento di carico in equilibrio; la difficoltà veniva aumentata dopo che ciascuno aveva completato il compito 8 volte in 3 minuti per 2 sessioni. Sono stati rilevati cambiamenti significativi nella performance del SEBT per la valutazione dell'equilibrio dinamico,

miglioramento del JPS in inversione analizzato attraverso il sistema Biodex ed un aumento nell'attivazione del pool di motoneuroni; gli effetti ottenuti sull'equilibrio statico ed il COP non sono stati ritenuti statisticamente significativi ma rilevanti dal punto di vista clinico poiché la grande variabilità nelle misurazioni del COP ottenuta dopo il balance training suggerirebbe la presenza di una differente strategia di controllo nei soggetti con CAI rispetto ai soggetti sani. Questa variabilità non sarebbe da considerare un errore ma un miglioramento nell'adattamento e spiegherebbe come soggetti più "abili" nel risolvere il labirinto abbiano utilizzato molti gradi di libertà articolare per aumentare le opzioni disponibili e trovare la soluzione più efficace per risolvere il problema e gestire una sfida posta dall'ambiente esterno. Questa capacità sembrerebbe diminuire con l'avanzare dell'età e con la patologia portando il soggetto a ridurre i gradi di libertà articolare disponibili per ottenere maggiore stabilità⁵³.

Al training propriocettivo generalmente utilizzato Asimenia et al.⁵⁵ hanno proposto una variante eseguita in ambiente acquatico. Quando si utilizza tale condizione nella riabilitazione dell'arto inferiore il movimento dell'acqua e la turbolenza giocano un ruolo importante nel sovraccaricare i sistemi di controllo posturale e mantenimento dell'equilibrio, in particolare in posizione monopodolica, nonostante la condizione di parziale assenza di carico corporeo a livello articolare. Il programma di training di 6 settimane ha richiesto l'esecuzione di 5 esercizi su balance board e su disco propriocettivo ad aria, sia a secco che in acqua con i relativi adattamenti (Appendice 5). Sono stati osservati miglioramenti significativi in tutti gli indicatori di performance utilizzati per valutare il controllo posturale attraverso il sistema Biodex, ma non sono state riportate differenze rilevanti tra il balance training svolto a secco e quello eseguito in ambiente acquatico; nonostante questo, l'efficacia del training propriocettivo nel migliorare la capacità di controllo posturale nei soggetti con CAI ancora una volta risulta confermata.

Come osservato da Hale et al.⁵⁶ e Elsotohy et al.⁵⁷ in soggetti con CAI deficit di equilibrio e alterazioni del controllo neuro-muscolare sono presenti molto spesso anche nel lato sano che non ha subito distorsioni e un programma di balance training eseguito solamente con l'arto non infortunato può risultare efficace nel miglioramento di diversi parametri clinici associati sia al lato infortunato al controlaterale. Hale et al. hanno proposto un programma di 4 settimane di balance training che ha previsto l'esecuzione di 8 esercizi a difficoltà progressiva tra cui attività monopodaliche, utilizzando l'arto non infortunato, a corpo libero o con dispositivi di destabilizzazione quali wobble board e steamboat; salita-discesa dallo step e salto monopodalico (Appendice 6). Al termine sono stati osservati cambiamenti significativi nel punteggio delle scale FADI e FADI-Sport e nel risultato del test SEBT con particolare attenzione alla direzione anteriore e postero-mediale; importanti cambiamenti sono stati rilevati anche nel lato sano dimostrando un miglioramento bilaterale. Elsotohy et al. hanno suggerito un programma di 6 settimane di balance training strutturato su 4 esercizi monopodalici eseguiti sia con

supervisione che a domicilio sull'arto sano (Cross-Education). Alla valutazione post-test sono stati rilevati cambiamenti significativi nei valori Overall Stability Index (OASI) e Medio-Lateral Stability Index (MLSI) analizzati attraverso il sistema Biodex- Balance System (Biodex Medical System, NY, USA). Tali miglioramenti rilevati in particolare nel gruppo cross-education sarebbero stati attribuiti ad una efficace stimolazione dei meccanismi di controllo neuro-muscolare mediati dal SNC responsabili del mantenimento di equilibrio e postura. Un'altra possibile spiegazione risiederebbe nell'adattamento delle strutture corticali, sotto-corticali e spinali coinvolte nella facilitazione del trasferimento di forza da un lato al lato controlaterale e stimulate ad un processo di "cross-education" dopo il balance training. Un programma di balance training multi-stazione è stato proposto anche da Cruz-Diaz et al.⁵⁸. Il protocollo della durata di 6 settimane ha previsto per i partecipanti con instabilità cronica di caviglia l'esecuzione di 7 esercizi di equilibrio e coordinazione utilizzando strumenti differenti tra cui: Bosu, Mini-trampolino, Foam roller; Dynair, Resistance band, foam pad e dischi propriocettivi (Appendice 7). La difficoltà del programma è stata incrementata progressivamente ogni 2 settimane adattando dose e intensità alle abilità di ciascun soggetto al fine di prevenire infortuni. Gli esercizi variavano dal mantenimento della stazione eretta bipodolica e monopodolica ad occhi aperti prima e chiusi in seguito, al salto e mantenimento dell'equilibrio all'atterraggio, al lancio e ricezione di oggetti, il tutto eseguito su dispositivi di destabilizzazione. Al termine sono stati rilevati cambiamenti significativi nel punteggio del questionario CAIT ed una riduzione della sensazione soggettiva di instabilità, un miglioramento rilevante nel controllo posturale dinamico valutato con il SEBT ottenendo un maggior effect size in tutte le direzioni di reaching del test; mentre non sono state riportate variazioni significative nella scala del dolore NPRS.

Un programma di training propriocettivo domiciliare è stato presentato da De Ridder et al.⁵⁹ Il protocollo della durata di 8 settimane ha richiesto l'esecuzione di 7 esercizi bipodali e monopodali utilizzando superfici stabili e instabili come la balance board e il tappeto Airex® con una progressione della difficoltà settimanale (Appendice 8). Ad ogni soggetto è stato fornito un booklet con tutte le istruzioni necessarie per completare il programma, una balance board ed il tappeto Airex® nonché un DVD contenente le 24 sessioni di training complete per svolgere gli esercizi con guida verbale e dimostrazione/feedback visivo; mentre per documentare la compliance è stato fornito un diario ed è stato predisposto un follow up telefonico settimanale. E' stato riportato un cambiamento significativo nella funzionalità soggettiva auto-riferita ai questionari FADI e FADI-Sport ed un miglioramento del punteggio della scala del dolore VAS, ma non sono state registrate variazioni rilevanti nel controllo posturale dinamico misurato attraverso il Dynamic Postural Stability Index (DPSI) come atteso. Questo probabilmente dovuto al fatto che il programma non sia stato eseguito sotto supervisione ma a domicilio con un moderato rischio di bias e riduzione della compliance; dall'altro lato però tale condizione riflette una reale situazione di

trattamento dal momento che molto spesso i pazienti ricevono indicazioni ed esercizi home-based da svolgere in autonomia.

Mettler et al.⁶⁰ hanno analizzato l'effetto del training propriocettivo sulla distribuzione del Center of Pressure (COP) osservandone la distribuzione spaziale nel piede e di conseguenza la strategia di controllo posturale utilizzata dai soggetti con instabilità cronica di caviglia esaminati. Il programma di balance training utilizzato è lo stesso proposto nello studio di McKeon et al.⁵¹. Al termine è stato riportato un significativo cambiamento nella localizzazione ed uno shift del COP, valutato tramite una pedana di forza, da antero-laterale a postero-laterale sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi, indicando una migliore funzionalità del sistema sensori-motorio; a ciò si aggiunge un significativo cambiamento nella funzionalità auto-riferita e nel controllo posturale dinamico come già riportato precedentemente da McKeon. Il posizionamento anteriore del COP pre-test, dal punto di vista cinematico, sarebbe dovuto ad una maggiore flessione dorsale dell'articolazione tibio-tarsica ed una maggiore supinazione dell'articolazione sotto-astraglica il che porterebbe ad una condizione di closed-packed position e stabilità articolare che i soggetti con CAI utilizzerebbero e adotterebbero come strategia compensatoria protettiva al fine di limitare i gradi di libertà articolare in presenza di un deficit sensori-motorio. Lo shift da anteriore a posteriore potrebbe indicare come il balance training possa migliorare la capacità dei partecipanti di utilizzare strategie di controllo posturale più funzionali sfruttando maggiori gradi di libertà articolare.

Al tradizionale training che prevede l'utilizzo di superfici e strumenti instabili Donovan et al.⁶¹ hanno integrato l'impiego di dispositivi di destabilizzazione, valutandone l'efficacia a confronto con lo standard care. Sono stati utilizzati il Myolux Athletik ed il Myolux II (Cevres Santé, France), rispettivamente uno stivale ed un sandalo appositamente progettati per analizzare l'alterazione nell'attività muscolare durante compiti funzionali sia in soggetti sani che in individui con CAI (Appendice 9). I dispositivi di destabilizzazione sono costituiti, appunto, da uno stivale o un sandalo con un perno posto sotto il calcagno, progettato per simulare il movimento che avviene a carico delle articolazioni sotto-astraglica e tibio-tarsica durante il cammino o altri movimenti funzionali. L'obiettivo è stimolare il paziente a movimenti di flessione, inversione e rotazione interna controllate facilitando il controllo motorio a feed-forward della muscolatura che coinvolge l'articolazione della caviglia. Il programma di training supervisionato di 4 settimane ha incluso esercizi con focus su attività funzionali, ROM, forza ed equilibrio con difficoltà progressiva sia ad occhi aperti che chiusi; il gruppo sperimentale ha utilizzato i dispositivi di destabilizzazione mentre il gruppo controllo foam pad e balance board (Appendice 10). I risultati ottenuti riportano un miglioramento effettivo in tutti gli outcome esaminati ovvero ROM articolare, forza muscolare, equilibrio statico e dinamico, attività muscolare misurata attraverso EMG di superficie e funzionalità auto-riferita tramite i questionari FAAM-ADL e FAAM-Sport. I dati ottenuti post-test non

sarebbero statisticamente significativi se paragonati a quelli ottenuti con il programma tradizionale tuttavia confermerebbero l'efficacia del balance training nel trattamento riabilitativo di soggetti con CAI e la necessità di utilizzarlo nello standard care.

Linens et al.⁶² hanno proposto un programma di balance training basato sull'utilizzo di una wobble board. Questo tipo di riabilitazione si ritiene essere efficace nella rieducazione del sistema sensorimotorio migliorando la funzione dei meccanocettori e ripristinando il normale feedback-loop neuromuscolare. La wobble board (CANDO MVP Balance System, USA) è una piattaforma circolare di 76 cm di diametro con semisfere di dimensioni diverse che si avvitano nella parte inferiore per rendere gli esercizi di equilibrio più o meno complessi. Il protocollo della durata di 4 settimane ha previsto il mantenimento della stazione eretta monopodolica ed il compimento di movimenti rotatori in senso orario ed antiorario utilizzando la wobble board con semisfere diverse a cui corrispondevano 5 livelli di difficoltà progressivi (sfera con diametro minore indicava il livello più facile). Il senso della rotazione è stata invertito ogni 10 secondi, completando cinque prove di 40 secondi l'una con un minuto di riposo tra una e l'altra, incrementando la difficoltà in base alle capacità dei partecipanti. I risultati ottenuti hanno mostrato miglioramenti significativi nell'equilibrio statico misurato attraverso il Foot Lift test, nell'equilibrio dinamico valutato con il SEBT, il salto laterale ed il Figure-of-Eight Hop Test. Gli autori ritengono che i cambiamenti nella controllo posturale siano da imputare al fatto che sia stato scelto un solo tipo di esercizio, contrariamente ad altri programmi multi-stazione in cui non è possibile stabilire con precisione quale esercizio sia il più efficace o apporti i cambiamenti maggiori; inoltre un programma multi-stazione richiede molte più attrezzature, tempi più lunghi e spazi più ampi.

Un protocollo di esercizi simili da svolgere su superfici instabili quali Wobble board e Aerostep è stato proposto anche da Ha et al.⁶⁹ con effetti positivi sul JPS in flessione plantare e flessione dorsale e nell'equilibrio statico e dinamico. Lo studio tuttavia risulterebbe essere caratterizzato da un elevato rischio di bias.

Burcal et al.⁶³, data la limitata presenza di evidenze in letteratura, hanno cercato di valutare i potenziali benefici per i soggetti con instabilità cronica di caviglia conseguenti ad un'integrazione del tradizionale balance training con altre modalità terapeutiche ritenute efficaci nel trattare i deficit associati. Il programma di balance training proposto, confrontato con quello standard, ha previsto una fase iniziale di 5 minuti di trattamento STARS (Sensory-targeted ankle rehabilitation strategies) di cui 60 secondi di stretching del gastrocnemio, 2 sessioni di 30 secondi di trazione articolare, 2 sessioni di 30 secondi di mobilizzazione articolare di grado III Maitland e 2 minuti di massaggio plantare; con l'obiettivo di migliorare l'articolari e consentire al soggetto di elaborare strategie motorie in modo più efficace. Il protocollo di 4 settimane utilizzato è lo stesso introdotto da McKeon et al.⁵¹ e descritto precedentemente. Dai risultati ottenuti non è stato possibile rilevare una differenza statisticamente

significativa tra 2 i protocolli utilizzati nonostante l'effect size ed i risultati relativi a MCID/MDC suggeriscano una maggiore efficacia del protocollo con STARS rispetto al balance training considerato singolarmente. Sono stati osservati miglioramenti rilevanti nel controllo posturale statico valutato con e dinamico analizzato tramite il SEBT, nonché un cambiamento nei punteggi dei questionari FAAM-ADL e FAAM-Sport riguardo la disabilità auto-riferita. I benefici ottenuti dalla combinazione di balance training e STARS non sono stati ritenuti essersi mantenuti abbastanza a lungo da migliorare i risultati ottenuti con i soli esercizi di equilibrio; mentre singole sessioni di STARS sembrerebbero modificare diversi outcome sensori-motori in soggetti con CAI, nessuno studio finora ha quantificato la durata di tali cambiamenti. Tuttavia, i risultati ottenuti suggeriscono che trattamenti multimodali possono risultare efficaci nel tempo. Gli stessi autori Burcal et al.⁶⁴ successivamente hanno condotto un'analisi responder/non-responder utilizzando dati di studi precedenti tra cui McKeon et al.⁶⁸; Burcal et al.⁶³; Anguish et al.⁶⁵ per identificare i fattori predittivi associati a miglioramento nelle performance di equilibrio dinamico in soggetti con CAI. I partecipanti hanno completato un programma di balance training di 4 settimane svolgendo esercizi di equilibrio quali: salto con stabilizzazione in 4 direzioni; salto con stabilizzazione e raggiungimento in 4 direzioni; salto con stabilizzazione "unanticipated" e attività di equilibrio progressive in stazione monopodolica. E' stato osservato come solo il 38% dei soggetti ha manifestato un miglioramento significativo nel reaching postero-mediale del SEBT dopo il balance training. Delle variabili esaminate, una distanza nel reaching postero-mediale del SEBT <85,18% ed un punteggio associato ad una limitazione delle attività funzionali al questionario FAAM-ADL <92,55% si sarebbero rivelati essere indicatori predittivi di successo del trattamento ($p < 0,001$). Se un partecipante presentava entrambe le condizioni c'era il 70% di probabilità di successo del trattamento, indicando un aumento del 31,6% dovuto ad un miglioramento apportato dal balance training dopo aver completato il programma. Tuttavia, non tutti i soggetti con instabilità di caviglia, secondo gli autori, beneficerebbero del balance training ma un rapido screening pre-trattamento potrebbe migliorare la probabilità di identificare i pazienti con CAI che potrebbero ottenere un significativo miglioramento nell'equilibrio dinamico a seguito di un programma di balance training.

Anguish et al.⁶⁵ hanno confrontato gli effetti di un tradizionale programma di balance training monopodalico (SLB) con un programma di hop-to-stabilization balance (PHSB). Per il gruppo PHSB è stato utilizzato il protocollo riportato da McKeon et al.⁵¹ della durata di 4 settimane e gli esercizi hanno incluso salti con stabilizzazione in 4 diverse direzioni, salti con stabilizzazione e reaching, attività in monopodalica su superfici instabili ad occhi aperti e chiusi (Appendice 11). Per il gruppo SLB è stato utilizzato il protocollo multimodale riportato da Hale et al.⁶⁶ (Appendice 12). Entrambi i programmi hanno indotto miglioramenti significativi della funzionalità auto-riferita attraverso i questionari FAAM-AFL e FAAM-Sport, nel controllo posturale dinamico valutato con il SEBT e nel JPS, confermando

l'efficacia di tale approccio nel trattamento di instabilità cronica di caviglia. I cambiamenti positivi ottenuti sia con il protocollo tradizionale che con quello proposto rilevati sia nei patient-oriented che nei clinically-oriented outcome, tuttavia, non consentono di stabilire dal punto di vista statistico quale dei due sia il più efficace nel miglioramento del controllo posturale nei soggetti con CAI.

Il training pliometrico associato a quello propriocettivo è stato approfondito da Huang et al.⁶⁷ con l'obiettivo di valutarne gli effetti sul controllo neuro-muscolare. L'utilizzo dell'esercizio pliometrico è ritenuto essere una strategia efficace dal momento che modifica il pattern di reclutamento delle unità motorie e l'attività muscolare attraverso una facilitazione del sistema sensori-motorio e un aumento dell'eccitabilità dei recettori neurali, migliorando l'attivazione del sistema neuro-muscolare. Il programma di 6 settimane ha previsto per uno dei tre gruppi un training pliometrico con esercizi quali squat jump, hop for distance, jump up on step, per un altro gruppo invece training pliometrico combinato con esercizi di equilibrio quali balanced squat, balanced standing monopodalico, balance lunge (Appendice 13). La progressione in termini di difficoltà, serie e ripetizioni, intensità e strumenti utilizzati è stata applicata con frequenza bi-settimanale e adattandosi alle abilità dei soggetti, come da protocollo indicato in appendice. I risultati ottenuti al termine del training combinato riportano una riduzione significativa del tempo di stabilizzazione durante l'atterraggio da un salto monopodalico, un miglioramento rilevante nel JPS in flessione plantare ed inversione in particolare, nel controllo neuro-muscolare ed un incremento nell'attività muscolare EMG di soleo e gastrocnemio nella fase pre-atterraggio e del tibiale anteriore post-atterraggio, migliorando la stabilità funzionale articolare. Nei task di drop-landing l'attività muscolare pre-atterraggio gioca un ruolo fondamentale determinando la stabilità del complesso muscolo-tendineo attivato in modo eccentrico subito dopo l'impatto. L'attivazione muscolare pre-atterraggio è pre-attivata e basata su esperienze pregresse anche di esercizi di salto (meccanismo a feed-forward) mentre l'attivazione post-atterraggio è reattiva (meccanismo a feed-back) e riflette un input dei recettori sensoriali o un aumento del reclutamento delle unità motorie; quindi se la fase anticipatoria è inadeguata per stabilizzare l'articolazione, i soggetti devono fare molto più affidamento sul meccanismo riflesso dell'arto inferiore per ottenere un certo grado di stabilità. Un elevato livello di attivazione dei muscoli eversori è essenziale per prevenire e proteggere la caviglia nell'impatto; i risultati ottenuti in questo studio non sono stati ritenuti significativi a tal proposito probabilmente per la tipologia di training scelto che ha rivolto il focus sulla performance dell'intero arto inferiore anziché sul training muscolare isolato.

Wright et al.⁶⁸ hanno comparato l'efficacia di due delle più comuni metodiche riabilitative nei soggetti con instabilità cronica di caviglia, ovvero balance training e strengthening training. Il balance training è stato eseguito utilizzando una wobble board mentre per il training di rinforzo muscolare delle fasce elastiche (Theraband resistance tubing). Questi approcci, tra i più comuni ed utilizzati, avrebbero il

vantaggio di richiedere un equipaggiamento minimo e quasi sempre disponibile e gli esercizi possono essere svolti dal paziente in autonomia in meno di 10 minuti; tuttavia, risulta ancora non ben definito quale dei due sia il più efficace o quale dei due sia prioritario sull'altro in un contesto riabilitativo. Il protocollo di 4 settimane utilizzato per il gruppo balance training è stato lo stesso proposto da Linens et al.⁶² con esercizi di equilibrio su wobble board con difficoltà progressiva, mentre il gruppo strengthening training ha svolto esercizi di rinforzo con 4 Theraband di resistenze differenti in 4 direzioni (flessione plantare, flessione dorsale, inversione ed eversione) eseguendo 3 serie da 10 ripetizioni ciascuna con una tensione ottenuta calcolando il 70% della lunghezza della fascia elastica a riposo e aggiungendo tale misura alla lunghezza a riposo del Theraband ed un marker posto come riferimento sul pavimento (Appendice 14). I risultati ottenuti hanno mostrato che un intervento basato su un singolo esercizio/unimodale può essere efficace nel ridurre i sintomi e migliorare le performance nei test funzionali di soggetti con CAI. Nello specifico, entrambi gli interventi si sono dimostrati validi con una lieve prevalenza del balance training che ha sono condotto a miglioramenti nella funzionalità auto-riferita attraverso il questionario FAAM-ADL ed una maggiore compliance dei partecipanti poiché ritenuto più sfidante. Sono stati riportati cambiamenti significativi nel punteggio del questionario CAIT, del Global Rating Function (GRF) e SF-36, sono stati osservati miglioramenti significativi nel Time-in-Balance test (TBT) e nel Foot Lift test (FLT) per l'equilibrio statico, nel SEBT per l'equilibrio dinamico nella direzione postero-mediale in particolare, nel tempo di esecuzione del Figure-of-Eight Hop test e del Side Hop test. Tali risultati sono paragonabili a quelli ottenuti nei programmi riabilitativi multi-stazione utilizzati precedentemente ma con minor utilizzo di tempo e risorse. Nonostante una lieve differenza in termini di risultati, data la forte evidenza a supporto dell'efficacia di entrambi, gli autori affermano che dovranno essere le risorse a disposizione del clinico e le necessità del paziente che indirizzeranno la scelta del programma da utilizzare.

Hall et al.^{70; 71} hanno analizzato gli effetti della combinazione di balance e strength training nel trattamento di soggetti con CAI non solo su outcome clinici quali equilibrio, forza e performance funzionale ma anche su outcome auto-risportati dai pazienti in quanto è stato dimostrato come la diminuzione della qualità di vita (HRQOL), la paura di un nuovo infortunio, l'evitamento delle attività e la disabilità percepita giochino un ruolo rilevante tanto quanto i deficit muscolo-scheletrici⁶⁹. Il programma di 6 settimane utilizzato per il gruppo balance ha ripreso quello proposto da McKeon et al.⁵¹ descritto in precedenza, con l'unica differenza che ha previsto un trattamento sham ovvero un bicycle workout per il gruppo controllo; mentre per il gruppo strengthening è stato applicato il protocollo di esercizi PNF previsto da Hall et al.⁷⁰ in aggiunta agli heel raise (Appendice 15). Per la valutazione degli outcome auto-riferiti sono stati somministrati i questionari FAAM-ADL e FAAM-Sport, FABQ, VAS e DPA. Al termine del programma sono stati osservati miglioramenti significativi in termini di forza muscolare

concentrica ed eccentrica in inversione, eversione e flessione plantare mentre nessun cambiamento per la flessione dorsale in entrambi i programmi balance e strengthening; miglioramenti nell'equilibrio statico e dinamico valutato attraverso il SEBT ed il BESS; mentre non sono stati osservati cambiamenti significativi nel gruppo controllo dimostrando che il bicycle workout o comunque una mobilitazione passiva continua non migliora in modo rilevante la forza, l'equilibrio e la performance funzionale. Riguardo gli outcome auto-riferiti è stato osservato un cambiamento statisticamente significativo, indipendentemente dal gruppo di appartenenza, in tutti gli ambiti indagati con una variazione rilevante nei punteggi dei questionari HRQOL e alcune minime differenze a favore del balance training quali una maggiore percezione di stabilità ed il superamento del valore MDC nel questionario DPA.

Alahmari et al.⁷² sulla scia degli autori che li hanno preceduti hanno proposto un programma combinato di balance e strengthening training rivolto a soggetti con CAI. Sono stati scelti soggetti di età differenti per valutare gli effetti degli interventi proposti in popolazioni differenti e nel lungo termine, poiché il deficit di propiocezione sembrerebbe correlare con l'invecchiamento come suggerito da Skinner et al.⁷³. Il protocollo supervisionato di 6 settimane ha previsto lo svolgimento di esercizi di equilibrio monopodalico su wobble board con difficoltà progressiva da una condizione non-weight bearing ad una weight-bearing, da occhi aperti ad occhi chiusi; esercizi di rinforzo muscolare bilaterale utilizzando Theraband di resistenze differenti partendo da contrazioni isometriche seguendo le direzioni di movimento articolare e aumentando progressivamente la complessità come suggerito da Wrigth et al.⁶⁸ (Appendice 16). I risultati ottenuti hanno indicato cambiamenti significativi nel JPS nelle 4 direzioni esaminate attraverso un inclinometro digitale, nell'equilibrio statico e dinamico valutato con Single Leg Balance test e Functional Reach test con un aumento dei tempi di performance sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi; nei punteggi dei questionari CAIT e LEFS. Gli effetti positivi di entrambi i training sono stati rilevati in tutti i gruppi di soggetti esaminati con una rilevante differenza nel gruppo di partecipanti con età maggiore (41-50 anni) confermando le premesse relative alla riduzione della propiocezione e dell'equilibrio all'aumentare dell'età.

Nam et al.⁷⁴ hanno proposto l'integrazione del feedback visivo e di movimenti articolari del ginocchio al tradizionale balance training e ciò si è dimostrato efficace nel migliorare l'abilità di controllo dell'equilibrio attraverso un costante adattamento automatico del soggetto durante l'esecuzione di task motori e la sperimentazione di stimolazioni che richiedessero abilità di pianificazione e controllo motorio. È stato utilizzato il sistema Bal Pro (Man&Tel Co., Korea) costituito da uno schermo, un sensore di pressione che poteva rilevare gli spostamenti orizzontali del carico sulla pedana e il centro di gravità del soggetto consentendogli di muovere un cursore sullo schermo, ed un inclinometro che rilevava l'angolo di flessione ed estensione del ginocchio. Il programma di training della durata di 8 settimane ha previsto l'esecuzione di esercizi su pedana Bal Pro con 7 livelli di difficoltà progressiva, aumentata

gradualmente sulla base delle condizioni dei soggetti. Per la valutazione è stata utilizzata una “trap door”, uno strumento che passivamente ha indotto un movimento di inversione dell’articolazione della caviglia, in stazione eretta statica, simile a quello che avviene durante ad una distorsione. Sono stati osservati cambiamenti significativi nel controllo posturale, nel punteggio del questionario CAIT, nell’attività EMG dei muscoli tibiale anteriore, peroneo lungo e gastrocnemio laterale ma non significativa nel peroneo breve, ed una riduzione della percezione di instabilità soggettiva dei soggetti con CAI valutati (solo soggetti uomini). L’utilizzo di movimenti articolari ripetuti di flessione ed estensione di ginocchio si è dimostrato più efficace nell’aumentare l’attività muscolare della caviglia rispetto al solo trattamento con esercizi. Nonostante i risultati positivi ottenuti e raccomandabili nel trattamento riabilitativo, uno dei limiti di questo studio risiederebbe nella valutazione dell’attività muscolare solo del distretto caviglia, anziché anche di ginocchio ed anca, e solamente durante il movimento di inversione passiva statica dal momento che generalmente gli episodi di distorsione avvengono in condizioni dinamiche e non come nella posizione analizzata.

L’interruzione del feedback sensoriale, conseguente al trauma distorsivo ricorrente, altera in modo significativo la regolazione del controllo motorio da parte del SNC; perciò, aumenta l’affidamento al feedback visivo come sistema sensoriale più affidabile. Song et al.⁴³ hanno dimostrato come nei soggetti con CAI le informazioni somato-sensoriali non vengano utilizzate nello stesso modo rispetto ai soggetti sani per il mantenimento dell’equilibrio monopodalico per compensare ad una perdita di afferenze dovuta a distorsioni ricorrenti; nei primi infatti il compito viene eseguito facendo maggiore affidamento sulle informazioni visive ed utilizzando in modo più marcato strategie di anca rispetto a strategie di caviglia. Inoltre, l’utilizzo di input visivi a discapito di quelli somato-sensoriali provenienti dal sistema capsulo-legamentoso della caviglia, è stato identificato come un fattore contribuente per episodi di giving way e distorsioni ricorrenti^{23;47}.

I tradizionali interventi terapeutici non sembrerebbero essere completamente indirizzati alla necessità di ripristinare tali alterazioni somato-sensoriali, per cui includere un’opzione di trattamento specifica orientata su queste disfunzioni neurofisiologiche potrebbe essere efficace nei pazienti con instabilità cronica di caviglia⁴³. A tal proposito di recente Kim et al.⁷⁵ così come Lee et al.⁷⁶ hanno dimostrato l’efficacia della visione stroboscopica, associata ad un programma di balance training di 6 e 4 settimane, nel miglioramento dei deficit associati a CAI. L’utilizzo della visione stroboscopica attraverso particolari occhiali con lenti che ad intermittenza con un intervallo di 100ms variano da trasparenti ad opache riducendo il feedback visivo, già integrata in precedenza nella riabilitazione di pazienti con lesione del legamento crociato anteriore ed in ambito sportivo come strumento di prevenzione, si basa sul rationale secondo cui la perturbazione visiva creata dall’occhiale stimolerebbe il SNC, privato parzialmente e temporaneamente di input visivi, ad utilizzare anche altre informazioni provenienti dai sistemi somato-

sensoriale e/o vestibolare sviluppando strategie adattative a feedback-feedforward⁴⁷. Il programma di balance training associato all'utilizzo di occhiali stroboscopici proposto da Kim et al. ha previsto l'esecuzione di 6 esercizi di equilibrio statico e dinamico con difficoltà progressiva in modalità circuito (Appendice 17), mentre Lee et al. hanno somministrato, con l'utilizzo degli stessi occhiali con visione progressivamente ridotta, test di controllo posturale statico utilizzando una pedana di forza che analizza il COP; un single-leg hop stabilization test e l'Y Balance test per il controllo posturale dinamico. Tali proposte si sono dimostrate efficaci, potenziando gli effetti del balance training tradizionale e migliorando in modo significativo la funzionalità percepita (punteggi dei questionari CAIT e FAAM), il controllo posturale statico e l'articolarietà della caviglia in flessione dorsale (DFROM). Tuttavia, lo stesso non è stato possibile stabilirlo per quanto riguarda il controllo posturale dinamico (risultati significativi solo per la direzione anteriore del SEBT⁴⁷ e YBT⁴⁸); gli effetti non si sono dimostrati efficaci abbastanza da modificare la tendenza all'affidamento agli input visivi durante attività dinamiche come l'atterraggio da un salto ed il reaching poiché, probabilmente, troppo impegnative per poter considerare solo le informazioni somato-sensoriali e/o vestibolari.

Come riportato recentemente anche da Uzlasir et al.⁷⁷, a seguito di una distorsione, il SNC sperimenta un overuse compensatorio di informazioni visive per garantire il controllo neuromuscolare. Mentre individui sani possono compensare l'eliminazione o l'alterazione dell'input somato-sensoriale del piede/caviglia attraverso una rivalutazione dinamica degli altri input sensoriali, questa abilità è notevolmente ridotta nei soggetti con CAI¹⁸. L'alterazione della pianificazione motoria, l'esecuzione ed il processamento sensoriale potrebbero rappresentare i meccanismi sottostanti uno dei disturbi più comunemente descritti nei soggetti con instabilità cronica di caviglia: il deficit di equilibrio. I trattamenti riabilitativi attuali prevedono il balance training o training dell'equilibrio a cui sono attribuiti diversi miglioramenti biometrici tanto quanto cambiamenti nell'attività elettroencefalografica (EEG) di strutture sottocorticali. L'aumento di onde Cz theta e Cz alpha osservato a seguito del programma di balance training di 6 settimane proposto, ripreso da McKeon et al.⁵¹, suggerisce che nei soggetti che hanno utilizzato occhiali stroboscopici il mantenimento dell'equilibrio monopodalico è risultato più sfidante e complesso rispetto ai soggetti che non li hanno usati e in cui non sono stati osservati cambiamenti EEG (Appendice 18). Il fatto che vi sia stata una variazione nell'attività elettrica corticale nei soggetti con visione stroboscopica indica che è richiesta una maggior concentrazione per svolgere il compito assegnato in assenza o limitazione di input visivi; in altre parole, l'aumento di attività corticale in seguito a stroboscopic balance training potrebbe indicare che tale automazione o familiarizzazione nel processo di controllo motorio può essere modificata riducendone i deficit associati nei soggetti con instabilità cronica di caviglia⁴⁸.

5. CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo elaborato è di valutare, sulla base delle più attuali evidenze presenti in letteratura, l'efficacia del Balance training in soggetti con CAI per migliorarne i deficit associati e prevenire l'insorgenza di recidive.

Sono state proposte diverse tipologie di training, da quello tradizionale con disco propriocettivo ad aria, balance board, foam pad o wobble board anche in ambiente acquatico a quelli che hanno previsto l'utilizzo di dispositivi di destabilizzazione appositamente progettati, di pedane elettro-meccaniche e di tecnologie di visione stroboscopica. Sono state presentate diverse modalità di esecuzione, dal protocollo singolo che ha incluso un solo tipo di strumento con il vantaggio di una minima richiesta di tempo, spazio e attrezzature a quello "multi-station" che consente di svolgere esercizi diversi e a più soggetti contemporaneamente. Il balance training nelle diverse modalità analizzate si è dimostrato efficace, sia singolarmente che combinato con altre tipologie di intervento, nell'apportare cambiamenti statisticamente significativi negli outcome clinici quali, ad esempio, articolarietà, forza e attività muscolare EMG, equilibrio statico e dinamico e JPS, così come negli outcome patient-reported come la funzionalità percepita, la sensazione di instabilità, la disabilità riferita, la paura e l'evitamento di attività per timore di una nuova recidiva. Dai risultati ottenuti sembrerebbe che l'efficacia aumenti con l'integrazione nel programma di balance training di compiti cognitivo-motori dual-task che stimolerebbero l'attività corticale, sottocorticale e spinale e i sistemi di controllo posturale mediati dal SNC migliorando la capacità del soggetto di trovare strategie di adattamento funzionali a feed-back e feed-forward.

Nonostante l'efficacia comprovata, non tutti i soggetti con instabilità di caviglia beneficerebbero del balance training ma un rapido screening pre-trattamento che evidenzi i fattori predittivi di un nuovo infortunio quali una distanza nel reaching postero-mediale del SEBT <85,18% ed un punteggio al questionario FAAM-ADL <92,55%,

può aumentare la probabilità di identificare i pazienti con CAI che potrebbero ottenere un significativo miglioramento dei deficit funzionali associati a seguito di un programma di training dell'equilibrio.

Va sottolineato che l'instabilità cronica di caviglia è una problematica complessa caratterizzata, come presentato nel modello di Hertel et al.¹⁴, da impairment pato-meccanici, senso-percettivi e neuro-motori dinamicamente e strettamente correlati con fattori contestuali personali ed ambientali che rendono unico il quadro clinico per ciascun individuo. Sarà di notevole importanza prestare attenzione dunque non solo all'aspetto muscolo-scheletrico ma anche a quello psico-sociale ed educativo poiché, come dimostrato, tale ambito riveste un ruolo cardine al pari di quello strettamente pato-anatomico.

Date le premesse attuali e i risultati ottenuti dai diversi studi analizzati non sembrerebbe possibile stabilire, per il momento, quale sia il protocollo di balance training più efficace nel trattamento riabilitativo e preventivo di soggetti con CAI sia nelle diverse varianti dello stesso sia nella combinazione con altre tipologie di intervento. Dovranno essere gli obiettivi condivisi tra clinico e paziente basati sulle necessità di quest'ultimo e sulla disponibilità di attrezzature e setting a determinare quale modalità terapeutica prediligere ed utilizzare nelle diverse fasi della riabilitazione.

6. LIMITI E IMPLICAZIONI PER IL FUTURO

A causa della vastità dell'argomento su cui è ancora aperto il dibattito, dell'eterogeneità e della qualità metodologica degli studi ottenuti dato che alla valutazione del rischio di bias solo 2 studi sembrerebbero aver ottenuto il livello "Low Risk", la ricerca effettuata ha condotto ad un numero di evidenze scientifiche limitate.

Gli studi futuri dovranno definire innanzitutto parametri e metodi di standardizzazione adeguati sia in termini di valutazione sia di trattamento per ottenere risultati uniformi, affidabili e metodologicamente adeguati da integrare successivamente nella pratica clinica. Un primo passo è già stato compiuto riguardo i criteri di selezione e identificazione dei soggetti con CAI definiti da Gribble et al. nel 2014² ed alcune misure di outcome quali i questionari FAAM-ADL e Sport o FADI-ADL e Sport ed i test di valutazione dell'equilibrio tra cui SEBT o YBT, il FLT o il SLBT. In merito al Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT), questionario utilizzato in molti studi come strumento per stabilire i criteri di inclusione ed esclusione, va notato come non ci sia uniformità nella definizione del punteggio di cut off. Secondo le indicazioni di Gribble et al.² il valore minimo corrisponde ad un punteggio di 24, al di sotto del quale viene definita la condizione di instabilità cronica; nonostante queste indicazioni in numerosi studi il cut off appare differente variando da 27 a 24 punti con conseguente rischio di inclusione di soggetti che non presentano realmente la condizione clinica richiesta minando l'affidabilità della comparazione dei diversi studi. Eterogeneità rilevata anche nei punteggi del questionario Ankle Instability Instrument (All) per il quale non esiste ancora un cut off in letteratura e nel questionario FAAM-Sport con una variazione del cut off tra l'80 e l'85%. Dovrà, inoltre, essere definito il time frame entro cui condurre il programma riabilitativo poiché la variabilità nei diversi studi finora è molto elevata; si spazia, infatti, da un periodo di 4 o 6 fino a 8 settimane, con una frequenza minima di 2 sedute a settimana fino a raggiungere il training giornaliero. L'assenza di un follow-up a medio e lungo termine, infatti, non consente di trarre conclusioni in merito all'efficacia del programma riabilitativo nel modificare l'incidenza di episodi distorsivi ed il miglioramento della stabilità nei pazienti con CAI e rappresenta un limite notevole. Sarà

necessario stabilire, dunque, a distanza di quanto tempo i risultati ottenuti con il balance training sono stati mantenuti per poterne confermare con sicurezza l'effettiva validità. Ulteriori studi, infine, date le limitate evidenze saranno necessari per la valutazione e l'integrazione nello standard care dei protocolli riabilitativi di balance training che utilizzano strumenti tecnologicamente avanzati quali ad esempio pedane e piattaforme elettro-meccaniche vibratorie e oscillanti.

APPENDICI

APPENDICE 1

Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6
1. Fixed surface, eyes open (FEO)	Same as week 1	FEO	FEC	FEC	FEC
2. Fixed surface, eyes closed (FEC)		FEC	FPO	FPO	FPO
3. Fixed surface, picking up objects (FPO)	Add wobble board	FPO	TEO2 ×2	TEO2	TEO2
4. Tilt board, dorsiplantar, eyes open (TEO1)		TEO2	TEC2 ×2	TEC2	TEC2
5. Tilt board, dorsiplantar, eyes closed (TEC1)	10. Wobble eyes open (WEO) × 2	TEC2	WEO ×2	WEO ×2	WEO
6. Tilt board, inversion/eversion, eyes open (TEO2)		TEO3	WEC ×2	WEC ×2	WEC
7. Tilt board, inversion/eversion, eyes closed (TEC2)		TEC3		12. FHO × 2 (Functional hop, eyes open)	13. FHC ×2 (Functional hop, eyes closed only after landing)
8. Tilt board, diagonal placement, eyes open (TEO3)		WEO ×2			
9. Tilt board, diagonal placement, eyes closed (TEC3)		11. Wobble eyes closed (WEC)			

Week 1: 15 seconds each, 45 seconds of rest between exercises.

Week 2: 20 seconds each, 40 seconds of rest between exercises.

Week 3: 25 seconds each, 35 seconds of rest between exercises.

Week 4: 30 seconds each, 30 seconds of rest between exercises.

Week 5: 30 seconds each, 30 seconds of rest between exercises.

Week 6: 30 seconds each, 30 seconds of rest between exercises.



FIGURE 2. Subject performing exercises using square tilt board with diagonal foot placement.



FIGURE 3. Subject performing exercises using round wobble board.

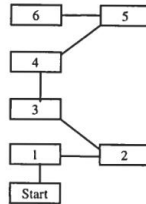


FIGURE 4. Functional hop pattern (Strategies 12-13).

APPENDICE 2

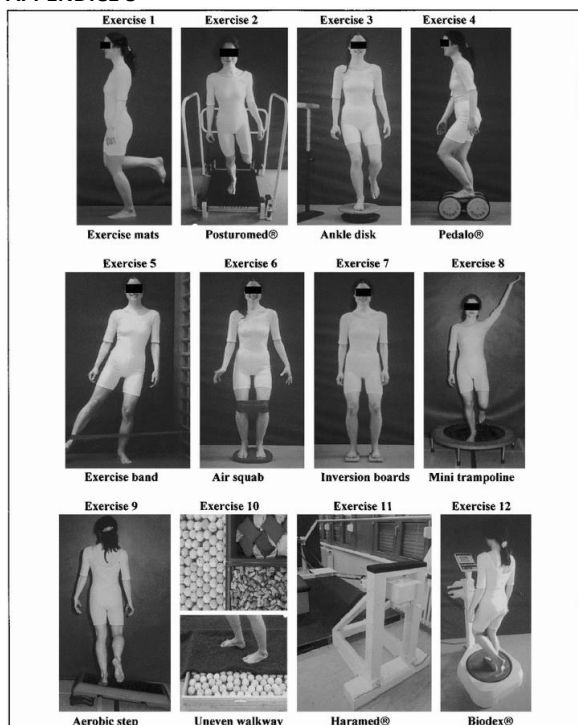


FIGURE 2: Measurement of postural sway in single-limb stance.



FIGURE 3: Measurement of muscle reaction times to simulated sudden ankle inversion (30°).

APPENDICE 3



Description and modifications of the exercise program.

No.	Stations	Description	Modifications
1	Exercise mats (Airex®) (Gaugler&Lutz oHG, Aalen-Ebnat, GER)	Single-limb stance on different surfaces	Standing on carpet, exercise mats with different thickness
2	Posturomed® (Haider Bioswing, Pullenreuth, GER)	Maintain balance in single-limb stance on a mobile platform	Decrease resistance to increase movement of the platform
3	Ankle disk (Hasi GmbH, Munich, GER)	Maintain balance in single-limb stance on an ankle disk	Decrease number of pads under the ankle disk to increase movements of the ankle disk
4	Pedalo® (Holz-Hortz GmbH, Muensingen, GER)	Movement in different directions	Forward, backward and combined cycling on the Pedalo-device
5	Exercise band (Thera-Band®) (Thera-Band GmbH, Hadamar, GER)	Maintain balance in single-limb stance with abduction of the contralateral leg against resistance of an exercise band	Standing on carpet, exercise mats with different thickness
6	Air squab (Sissel®) (Jela GmbH, Bad Duerkheim, GER)	Maintain balance in double- and single-limb stance on an air squab	Double and single-limb stance with and without knee abduction against exercise band
7	Wooden inversion-eversion boards (customized)	Maintain balance in double- and single-limb stance on inversion-eversion boards	Double- and single-limb stance with additional knee flexion-extension and arm movement
8	Mini trampoline (Trimilin®) (Trimilin Ltd, West Sussex, UK)	Maintain balance in single-limb stance on a mini trampoline	Single-limb stance with and without arm movement
9	Aerobic step (BodyBench®) (Megaspport Vertriebs GmbH, Schwetzingen, GER)	Maintain balance with the forefoot on an aerobic step	Single-limb stance with only the forefoot in contact with the aerobic step; plantar-dorsiflexion on level and inclined steps
10	Uneven walkway (customized)	Experience different surfaces in walking	Walking on cork, tennis balls, and sandbags
11	Haramed® (Original Norsk-MPTT, Ertstadt-Lechenich, GER)	Maintain balance on a horizontally and vertically mobile platform	Double- and single-limb with an additional reduction of the supporting area
12	Biodex® Balance System (Biodex Medical Systems, Inc, New York, US)	Maintain balance on a computer controlled moveable platform	Increase tilting movement of supporting surface

APPENDICE 4

Balance training protocol

1. 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 (Figure 1): (1) anterior/posterior, (2) medial/lateral, (3) 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:

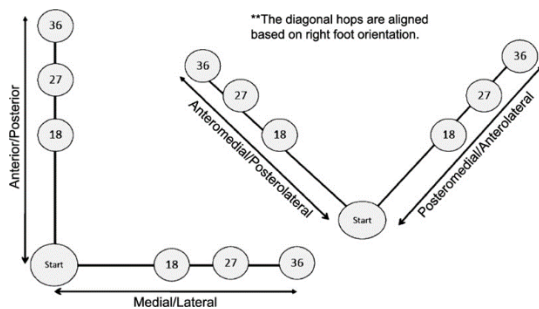
Touching down with opposite limb

Excessive trunk motion (930-lateral flexion)

Removal of hands from hips during hands-on-hips activities

Bracing the nonstance limb against the stance limb

Missing the target



2. 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:

All errors associated with hop to stabilization

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 have seven levels of difficulty to progress:

18-inch hop. Allowed to use arms to aid in stabilizing balance after landing with strobe level 2

18-inch hop with hands on hips while stabilizing balance after landing with strobe level 2

27-inch hop. Allowed to use arms to aid in stabilizing balance after landing with strobe level 3

27-inch hop with hands on hips while stabilizing balance after landing with strobe level 3

36-inch hop. Allowed to use arms to aid in stabilizing balance after landing with strobe level 4

36-inch hop with hands on hips while stabilizing balance after landing with strobe level 4

36-inch hop from a 6-inch platform with strobe level 5

3. Unanticipated Hop to Stabilization.

Participants stood in the middle of a nine-marker grid. A sequence of numbers was displayed on a computer screen in front of the participants. Each number correspond 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 with strobe level 2

Level 2: 3 s per move with strobe level 2

Level 3: 1 s per move with strobe level 3

Level 4: If subject could progress to completion of all moves within 1 s without error, a foam pad was placed on one of the numbers during the sequence. The subject then continued the progression at the same level of intensity. If he or she could not complete the course error-free, the time constraint was reduced to the level below with strobe level 3.

Level 5: If subject could progress to completion of all moves at Level 3 with the foam pad error-free, a step was added to an additional number with strobe level 4.

Level 6: If a subject progressed error-free, an additional foam pad was added to one of the numbers, resulting in two foam pads and one step with strobe level 4.

Level 7: If a subject progressed error-free, an additional step was included, resulting in two foam pads and two steps with strobe level 5.

Errors were determined on the basis of the following:

Touching down with opposite limb

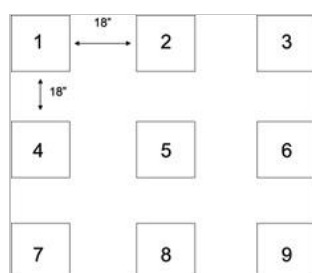
Excessive trunk motion (930- lateral flexion)

Removal of hands from hips during hands-on-hips activities

Bracing the nonstance limb against the stance limb

Missing the target

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



4. Single-Limb Stance Activities.

Participants performed three repetitions of single-limb stance activities. Each activity (eyes-open -close) had 7 levels of difficulty. Single-limb stance eyes open or strobe vision.

1.Arms across chest on hard floor for 60 s with strobe level 2

2.Arms across chest for 30 s on foam pad with strobe level 2

3.Arms across chest for 60 s on foam pad with strobe level 3

4.Arms across chest for 90 s on foam pad with strobe level 3

Ball toss on foam.

5.30 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball with strobe level 3

6.60 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball with strobe level 3

7.90 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball with strobe level 5

Single-limb stance eyes-close.

Arms out on hard floor for 30 s

Arms across chest on hard floor for 30 s

Arms across chest on hard floor for 60 s

Arms out on foam pad for 30 s

Arms across chest for 30 s on foam pad

Arms across chest for 60 s on foam pad

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:

Subjects touching down with opposite limb

Excessive trunk motion (930- lateral flexion)

Removal of arms from across chest during specified activities

Bracing the nonstance limb against the stance limb

Example of a Typical Session.

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

Unanticipated hop to stabilization—Level 1, Sequence 1

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

Unanticipated hop to stabilization—Level 1, Sequence 2

Single-limb stance eyes-open—Level 4, 3 repetitions

Single-limb stance eyes-close—Level 2, 3 repetitions

APPENDICE 5

Balance Training Program.

Exercises performed on (a) "hard balance board" and (b) on "air disk"

1. Attempt to maintain single-limb stance"

2. Attempt to maintain single-limb stance and try to bend and extend the knee

3. Attempt to maintain single-limb stance and try to move the unsupporting leg in front and back

4. Attempt to maintain single-limb stance and try to catch and return the ball to the trainer

5. Attempt to maintain single-limb stance while the trainer from the back passes the exerciser

APPENDICE 6

Exercise	Description	Progression	Image
Single-legged stance	Performed up to 60 s per repetition for up to 3 repetitions. Performed with eyes opened and eyes closed.	Progressed when participants could complete a 60-s trial without a loss of balance. Increased no. of repetitions by 1. Changed surface from floor to using the DynaDisc. ^a	
Wobble board	Slowly moved the board in the plantar-flexion/dorsiflexion and inversion/eversion directions without letting the board contact the floor. Performed up to 10 repetitions in each direction.	Progressed when participant could complete the task without upper extremity support. Added rotational directions.	
Steamboats	Tied a 48-in Theraband ^b around the unstable ankle. Positioned stance foot 27 in from where Theraband ^b was tied. Performed up to 3 sets of 15 repetitions in each direction (hip flexion, extension, abduction, adduction).	Progressed when participants could complete the repetitions without a loss of balance or fatigue. Increased no. of repetitions from 10 to 15. Progressed to next level of resistance with the Theraband. ^b	
Single-legged hop	Hopped as far as comfortable in the anterior direction. Performed up to 15 repetitions.	Progressed when participants could perform the tasks with minimal ankle and hip motion and no loss of balance on landing. Increased no. of repetitions from 5 to 10 to 15. Encouraged increased distance to participants' tolerance. Progressed to medial, lateral, and posterior directions.	
Quadrant hop	Hopped in numbered squares clockwise and counterclockwise while maintaining single-legged stance.	Progressed when participants completed 2 sets of 5 hops without a loss of balance or fatigue. Made unanticipated directional changes where investigator randomly called out numbers.	
Single-legged ball catch	Performed up to 3 sets of 20 tosses.	Progressed when participants could perform 20 tosses without a loss of balance. Tossed ball outside participants' base of support. Performed during stance on a DynaDisc. ^a	
Toe touchdowns	Maintained single-legged stance on a step while lowering the unstable ankle in the anterior, posterior, medial, and lateral directions until the foot contacted floor. Performed up to 3 sets of 10 repetitions.	Progressed when participants could complete all trials without a loss of balance and with good lower extremity alignment (no valgus collapse). Increased no. of repetitions from 5 to 10. Increased height of step from 4 in to 12 in in 2-in increments.	
Hop ups and downs	Hopped off step and landed in single-legged stance on floor. Performed up to 3 sets of 10 repetitions.	Progressed when participants could complete all hops without a loss of balance or fatigue. Increased no. of repetitions from 5 to 10. Increased height of step from 4 in to 12 in in 2-in increments. Changed direction of hop. Hopped up onto step.	

APPENDICE 7

Description of the Exercise Therapy Program.

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

APPENDICE 8

Balance program exercise and progression scheme.

A. Balance program exercises

A. Single leg stance:

1. Firm surface, EO, arms crossed

2. Firm surface, EC, arms free

3. Firm surface, EC, arms crossed

4. Airex, EO, arms crossed

5. Airex, EC, arms free

6. Airex, EC, arms crossed

7. Balance board, EO, arms free

8. Balance board, EO, arms free, rotating the board

B. Crossed leg sway:

1. Firm surface, EO, hands on the hips

2. Airex, EO, hands on the hips

3. Airex, EC, arms free

4. Airex, EC, hands on the hips

C. Single leg squat:

1. Firm surface, EO, hands on the hips

2. Firm surface, EC, hands on the hips

3. Airex, EO, hands on the hips

4. Airex, EC, hands on the hips

D. Heel raise

1. Firm surface, EO, bilateral

2. Firm surface, EO, unilateral

E. Lunge/jump exercise:

1. Firm surface, EO, forward, distance 45 cm

2. Firm surface, EO, forward + sideways, distance 45 cm

3. Firm surface, EO, forward + sideways, distance 70 cm

4. Airex, EO, forward + sideways, distance 45 cm

F. Double leg stance:

1. Balance board, EO

2. Balance board, EO, rotating the board

3. Balance board, EC

4. Balance board, EC, rotating the board

G. Drop jump:

1. Firm surface, EO

2. Airex, EO

B. Balance program progression scheme

Exercise	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8
A	1	2	3 + 4	3 + 4	5 + 7	5 + 7	6 + 8	6 + 8
B	1	1	1	2	2	3	3	4
C	1	1	2	2	3	3	4	4
D	1	1	1	2	2	2	2	2
E		1	2	2	3	3	4	4
F			1	1	2	2	3	4
G					1	1	2	2

EO = eyes open; EC = eyes closed

APPENDICE 9



A, Myolux Athletic (Cevres Santé, Le Bourget-du-Lac, France) and B, Myolux II (Cevres Santé) destabilization devices.

APPENDICE 10

Range of Motion

Arthrokinematic restriction present? If yes, list joints:

Joint Mobilization Type/Grade	Sets	Duration (minutes)
-------------------------------	------	--------------------

Stretching exercises

Stretch Position	Sets	Duration (seconds)
Seated Straight Knee		
Seated Bent Knee		
Standing Straight Knee		
Standing Bent Knee		

Strength

Exercise (circle appropriate)	Sets	Repetitions
Double legged/Single legged heel raises		
Double legged/Single legged forefoot raises		
4-way manual resistance		
D1/D2 PNF		
4-way walks		
Short Foot Exercise		

Appendix Table. Continued From Previous Page

Balance

Category: Eyes Open Static Balance (circle appropriate phase) Goal 3×30 seconds	Sets	Duration (seconds)
---	------	--------------------

Phase 1. Eyes Open Single leg balance
 Phase 2. Eyes Open Single leg balance on a (foam or ankle destabilization sandal)
 Phase 3. Eyes Open Single leg balance on (DynaDisc or ankle destabilization boot)^b

Category: Eyes Closed Static Balance

Phase 1. Eyes Closed Single leg balance
 Phase 2. Eyes Closed Single leg balance on a (foam or ankle destabilization sandal)
 Phase 3. Eyes Closed Single leg balance on (DynaDisc or ankle destabilization boot)

Category: Reach Tasks (circle appropriate phase) Goal 2×10 each direction	Sets	Repetitions
---	------	-------------

Phase 1. Completing the exercise standing on a firm surface
 Phase 2. Completing the exercise on (foam or ankle destabilization sandal)
 Phase 3. Completing the exercise standing on (DynaDisc or ankle destabilization boot)

Category: Hop to stabilization no instability tool. Goal is 10 consecutive trials	Direction of Hops	Repetitions Completed
---	-------------------	-----------------------

Phase 1. 18 inch hop with arm assistance
 Phase 2. 18 inch hop with hands on hips
 Phase 3. 27 inch hop with arm assistance
 Phase 4. 27 inch hop with hands on hips
 Phase 5. 36 inch hop with arm assistance
 Phase 6. 36 inch hop with hands on hips

Category: Hop to stabilization with instability tool (foam or ankle destabilization boot)

Phase 1. 18 inch hop with arm assistance while jumping on to a (foam or ankle destabilization boot)
 Phase 2. 18 inch hop with hands on hips while jumping onto a (foam or ankle destabilization boot)
 Phase 3. 27 inch hop with arm assistance while jumping onto a (foam or ankle destabilization boot)
 Phase 4. 27 inch hop with hands on hips while jumping onto a (foam or ankle destabilization boot)
 Phase 5. 36 inch hop with arm assistance while jumping onto a (foam or ankle destabilization boot)
 Phase 6. 36 inch hop with hands on hips while jumping onto a (foam or ankle destabilization boot)

Functional Exercises

Category: Lunges (circle appropriate phase) Goal is 2×10 each leg	Sets	Repetitions
---	------	-------------

Phase 1. Complete lunges on a firm surface
 Phase 2. Complete lunges with (foam or wearing ankle destabilization sandal) beneath stance leg and lunge on top another (foam or wearing ankle destabilization sandal)
 Phase 3. Complete lunges with (DynaDisc or wearing ankle destabilization boot) beneath the stance leg and lunge on top another (DynaDisc or wearing ankle destabilization boot)

Category: Forward Step-ups and Step-downs (circle appropriate phase) Goals is 3×10	Sets	Repetitions
--	------	-------------

Phase 1. Step on and off a box
 Phase 2. Step on and off a box (foam or ankle destabilization sandal) on top and beneath it
 Phase 3. Step on and off a box (DynaDisc or ankle destabilization boot) on top and beneath it

Category: Lateral Step-ups and Step-downs (circle appropriate phase) Goal is 3×10	Sets	Repetitions
---	------	-------------

Phase 1. Step on and off a box
 Phase 2. Step on and off a box (foam or ankle destabilization sandal) on top and beneath it
 Phase 3. Step on and off a box (DynaDisc or ankle destabilization boot) on top and beneath it

Category: Dot Jumping Drill (circle appropriate phase) Goal is 3×30 seconds	Sets	Duration (seconds)
---	------	--------------------

Phase 1. Double legged lateral to medial hops, double legged anterior to posterior jumps, double legged figure 8 jumps (shod or ankle destabilization boot)
 Phase 2. Single legged lateral to medial jumps, single legged anterior to posterior jumps, and single legged figure 8 jumps (shod or ankle destabilization boot)

Appendix Table. Continued From Previous Page

Walking (Condition)	Time	Speed
---------------------	------	-------

Abbreviation: PNF, proprioceptive neuromuscular facilitation.

^a Form is reproduced in its original format.

^b Exertools Inc, Petaluma, CA.

APPENDICE 11

Progressive Hop-to-Stabilization Balance Program¹⁰

Exercise	Description	Start	Progression
Single-limb hop to stabilization	Start to target at 18 → 27 → 36 in (46 → 69 → 91 cm) Anterior/posterior Medial/lateral Anterolateral/posteromedial Anteromedial/posterolateral	10 hops/direction at 7 levels of difficulty with 2/distance	When able to perform 10 error-free reps at each level of difficulty
Hop to stabilization and reach	Similar to above except: hop → stabilize → reach back to start → hop back to start → reach to target	5 reps/direction at 7 levels of difficulty with 2/distance	When able to perform 5 error-free reps at each level of difficulty
Unanticipated hop to stabilization	Stand in middle of 9-marker grid Sequence of numbers displayed As sequence changes, hop to new target position	Use any combination of hops to target position 7 levels of difficulty based on time (1–3) and compromised	When error free at each level of difficulty
Single-limb stance	Single-limb stance, eyes open Hard floor 60 s → foam pad 30 s → 60 s → 90 s Ball toss on foam 30 s → 60 s → 90 s with 20 throws/time Single-limb stance, eyes closed Arms out 30 s → arms across 30 s → 60 s Arms out foam pad 30 s → arms across foam pad 30 s → 60 s → 90 s	Eyes open/closed at 7 levels of difficulty	When able to perform 3 error-free reps at each level of difficulty

Single-Limb Balance Program²⁰

Exercise	Description	Start	Progression
Single-limb stance	Stand for 60 s for 2 reps	Eyes open → eyes closed → perturbations	Complete exercise set without error
Single-limb stance with ball toss	Single-limb stance while tossing a ball and adding a foam pad	3 times with 10 tosses → adding a foam pad → distance from base of support	Complete exercise set without error
Single-limb stance with kicking	Single-limb stance while kicking against resistance in 4 directions	Green surgical tubing → blue → ↑ reps	Complete exercise set without error
Step-down with single-limb stance	Standing on 1 limb, step down with other limb in 4 directions	2 sets/5 reps on 6-in (15.24-cm) step → add foam pad → ↑ height of step to 10 in (25.4 cm)	Complete exercise set without error

APPENDICE 12

Week	Isolated Plyometric Training	Rep × Set	Integrated Balance and Plyometric Training	Rep × Set
1, 2	Squat jumps	10 × 2	Squat jumps	10 × 2
	Ankle jumps	10 × 2	Balanced squat	10 × 2
	Jump for distance	10 × 2	Balanced dribble	20 × 5
	Forward zigzag jumps	10 × 3	Forward zigzag jumps	10 × 3
	Lateral sawtooth jumps	10 × 3	Lateral sawtooth jumps	10 × 3
	Jump up on step	8 × 2	Jump up on step	8 × 2
3, 4	Split-squad jumps (right/left)	10 × 2	Split-squad jumps (right/left)	10 × 2
	Hop for distance (right/left)	10 × 2	Balance lunge (1 disc, right/left)	10 × 2
	Forward zigzag hops (right/left)	10 × 3	Forward zigzag hops (right/left)	10 × 3
	Lateral sawtooth hops (right/left)	10 × 3	Balanced single-leg standing (right/left)	10 s × 5
	Tuck jump	10 × 2	Tuck jump	10 × 2
	Diagonal hop	8 × 2	Balanced catch ball	8 × 2
5, 6	Jump up on step	10 × 2	Jump up on step	10 × 2
	Cycled single-leg squat jumps	10 × 2	Cycled single-legged squat jumps	10 × 2
	Hop on target (right/left)	12 × 2	Balance lunge (2 discs, right/left)	12 × 2
	Jump for distance and height	10 × 2	Jump for distance and high	10 × 2
	Forward zigzag hops (right/left)	10 × 3	Forward zigzag hops (right/left)	10 × 3
	Lateral sawtooth hops (right/left)	10 × 3	Balanced, single-legged standing dribble (right/left)	20 × 5
	Tuck jump	10 × 2	Tuck jump	10 × 2
	Agility ladder	3 × 1	Agility ladder	3 × 1
	Jump up on step	10 × 1	Jump up on step	10 × 2

APPENDICE 13



FIGURE 3. Wobble Board (A) and Resistance Tubing (B) intervention setup. Resistance tubing is shown only in the inversion direction, not pictured are eversion, plantarflexion and dorsiflexion.

APPENDICE 14

Progression of the Strength-Training Protocol Group in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Heel Raises

Week	Resistance Band	Sets × Repetitions	Activity	Sets × Repetitions
1	Light blue (heavy)	3 × 10	Proprioceptive neuromuscular facilitation and heel raises	2 × 10
2	Light blue (heavy)	4 × 10	Proprioceptive neuromuscular facilitation and heel raises	2 × 15
3	Dark blue (super-heavy)	3 × 10	Proprioceptive neuromuscular facilitation and heel raises	3 × 10
4	Dark blue (super-heavy)	4 × 10	Proprioceptive neuromuscular facilitation and heel raises	3 × 15
5	Purple (ultra-heavy)	3 × 10	Proprioceptive neuromuscular facilitation and heel raises	4 × 10
6	Purple (ultra-heavy)	4 × 10	Proprioceptive neuromuscular facilitation and heel raises	4 × 15

APPENDICE 15

Exercise	Training	Duration
Warm-up	Stretching around the ankle joint	5 min
Balance training	Wobble board: 5 times/week Weeks: 1–3 Move front to back, 15 s, 10 repetitions, 10 s rest between each repetition Move left to right side, 15 s, 10 repetitions, 10 s rest between each repetition Move-in circle, 60 s, 5 repetitions, rest 20 s between each repetition Weeks: 4–6 Knee flexion repeat the same exercises done from week 1–3, each 30 s, 5 repetitions, 20 s rest between each repetition Single leg stance eyes open for 7 s, 5 repetitions, 10 s rest Single leg stance eyes closed for 4 s, 5 repetitions, 10 s rest	15–20 min/day
Strength training	Thera band: 5 times/week Week 1: blue tubing, 3 sets, 10 repetitions—dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion Week 2: blue tubing, 4 sets, 10 repetitions—dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion Week 3: black tubing, 3 sets, 10 repetitions—dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion Week 4: black tubing, 4 sets, 10 repetitions—dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion Week 5: silver tubing, 3 sets, 10 repetitions—dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion Week 6: silver tubing, 4 sets, 10 repetitions—dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion	10–15 min/day
Cool down	Stretching around the ankle joint	5 min

APPENDICE 16

Intervention protocol and progression.

	Progression 1	Progression 2	Progression 3
Crossed arms, single-limb stance on the floor (60")	Crossed arms, single-limb stance on a mat (30")	Crossed arms, single-limb stance on a mat (60")	Crossed arms, single-limb stance on a dynair (30")
Throwing/catching a ball, single-limb on the floor (10 repetitions)	Throwing/catching a ball, Single-limb on a mat (10 repetitions)	Throwing/catching a ball, Single-limb on a dynair (10 repetitions)	Throwing/catching a ball, Single-limb on a bosu (10 repetitions)
Single leg deadlift with open arms (10 repetitions)	Single leg deadlift with hands at the hip (10 repetitions)	Single leg deadlift with a lightweight (10 repetitions)	Single leg deadlift reaching 3 points (10 repetitions)
Lateral hop to stabilization hands at the hip (10 repetitions)	Lateral hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions) (30 cm)	Lateral hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions) (45 cm)	Lateral hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions) (1 m)
Back and forward hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions)	Back and forward hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions) (30 cm)	Back and forward hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions) (45 cm)	Back and forward hop to stabilization with hands at the hip (10 repetitions) (1 m)
Randomized hop to stabilization in 4 directions (10 repetitions)	Increasing the speed during the performance (physiotherapist randomly indicates the direction).		
Circuit was repeated two times with 30" of rest between exercises and 2' of rest between each circuit.			

APPENDICE 17

APPENDIX A

Balance training protocol

1. 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 (Figure 1): (1) anterior/posterior, (2) medial/lateral, (3) 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:

- Touching down with opposite limb
- Excessive trunk motion (90° lateral flexion)
- Removal of hands from hips during hands-on-hips activities
- Bracing the nonstance limb against the stance limb
- Missing the target

2. 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:

- All errors associated with hop to stabilization
- 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 have seven levels of difficulty to progress:

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

3. Unanticipated Hop to Stabilization. Participants stood in the middle of a nine-marker grid. A sequence of numbers was displayed on a computer screen in front of the participants. Each number correspond 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 with strobe level 2
- Level 2: 3 s per move with strobe level 2
- Level 3: 1 s per move with strobe level 3
- Level 4: If subject could progress to completion of all moves within 1 s without error, a foam pad was placed on one of the numbers during the sequence. The subject then continued the progression at the same level of intensity. If he or she could not complete the course error-free, the time constraint was reduced to the level below with strobe level 3.

Level 5: If subject could progress to completion of all moves at Level 3 with the foam pad error-free, a step was added to an additional number with strobe level 4. Level 6: If a subject progressed error-free, an additional foam pad was added to one of the numbers, resulting in two foam pads and one step with strobe level 4. Level 7: If a subject progressed error-free, an additional step was included, resulting in two foam pads and two steps with strobe level 5.

Errors were determined on the basis of the following:

- Touching down with opposite limb
- Excessive trunk motion (90° lateral flexion)
- Removal of hands from hips during hands-on-hips activities
- Bracing the nonstance limb against the stance limb
- Missing the target

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

4. Single-Limb Stance Activities.

Participants performed three repetitions of single-limb stance activities. Each activity (eyes-open <close) had 7 levels of difficulty. Single-limb stance eyes open or strobe vision.

- Arms across chest on hard floor for 60 s with strobe level 2
- Arms across chest for 30 s on foam pad with strobe level 2
- Arms across chest for 60 s on foam pad with strobe level 3
- Arms across chest for 90 s on foam pad with strobe level 3

Ball toss on foam.

- 30 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball with strobe level 3
- 60 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball with strobe level 3
- 90 s with arms across chest; 20 throws with a 6-lb medicine ball with strobe level 5

Single-limb stance eyes-close.

- Arms out on hard floor for 30 s
- Arms across chest on hard floor for 30 s
- Arms across chest on hard floor for 60 s
- Arms out on foam pad for 30 s
- Arms across chest for 30 s on foam pad

- Arms across chest for 60 s on foam pad
- 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:

- Subjects touching down with opposite limb
- Excessive trunk motion (90° lateral flexion)
- Removal of arms from across chest during specified activities
- Bracing the nonstance limb against the stance limb

Example of a Typical Session.

- 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
- Unanticipated hop to stabilization—Level 1, Sequence 1
- 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
- Unanticipated hop to stabilization—Level 1, Sequence 2
- Single-limb stance eyes-open—Level 4, 3 repetitions
- Single-limb stance eyes-close—Level 2, 3 repetitions

APPENDICE 18

6-Week Balance Training (15–20 min/session)

- 5-min warm-up: Jogging and Achilles tendon stretching, progressing from 3 to 7 repetitions
- Single-leg hop to stabilization (on the injured leg): 4 directions, 10 repetitions each
- Hop to stabilization and reach (on the injured leg): 5 repetitions
- Unanticipated hop to stabilization (on the injured leg): random sequence of 9 targets in grid, 3 repetitions
- Single-leg balance (eyes open and closed/different foam pads each week), 3 repetitions of 30–60 seconds

Post-Training Tests

EEG and balance velocity evaluation



APPENDICE 19 CAIT

APPENDIX 1: THE CAIT QUESTIONNAIRE

Please tick the ONE statement in EACH question that BEST describes your ankles.

	LEFT	RIGHT	Score
1. I have pain in my ankle			
Never	☐	☐	5
During sport	☐	☐	4
Running on uneven surfaces	☐	☐	3
Running on level surfaces	☐	☐	2
Walking on uneven surfaces	☐	☐	1
Walking on level surfaces	☐	☐	0
2. My ankle feels UNSTABLE			
Never	☐	☐	4
Sometimes during sport (not every time)	☐	☐	3
Frequently during sport (every time)	☐	☐	2
Sometimes during daily activity	☐	☐	1
Frequently during daily activity	☐	☐	0
3. When I make SHARP turns, my ankle feels UNSTABLE			
Never	☐	☐	3
Sometimes when running	☐	☐	2
Often when running	☐	☐	1
When walking	☐	☐	0
4. When going down the stairs, my ankle feels UNSTABLE			
Never	☐	☐	3
If I go fast	☐	☐	2
Occasionally	☐	☐	1
Always	☐	☐	0
5. My ankle feels UNSTABLE when standing on ONE leg			
Never	☐	☐	2
On the ball of my foot	☐	☐	1
With my foot flat	☐	☐	0
6. My ankle feels UNSTABLE when			
Never	☐	☐	3
I hop from side to side	☐	☐	2
I hop on the spot	☐	☐	1
When I jump	☐	☐	0
7. My ankle feels UNSTABLE when			
Never	☐	☐	4
I run on uneven surfaces	☐	☐	3
I jog on uneven surfaces	☐	☐	2
I walk on uneven surfaces	☐	☐	1
I walk on a flat surface	☐	☐	0
8. TYPICALLY, when I start to roll over (or "twist") on my ankle, I can stop it			
Immediately	☐	☐	3
Often	☐	☐	2
Sometimes	☐	☐	1
Never	☐	☐	0
I have never rolled over on my ankle	☐	☐	3
9. After a TYPICAL incident of my ankle rolling over, my ankle returns to "normal"			
Almost immediately	☐	☐	3
Less than one day	☐	☐	2
1-2 days	☐	☐	1
More than 2 days	☐	☐	0
I have never rolled over on my ankle	☐	☐	3

NOTE. The scoring scale is on the right. The scoring system is not visible on the subject's version.

APPENDICE 20 FAAM E FADI

ALLEGATO 1: VERSIONE FINALE DELLA FAAM-I
APPENDIX 1: FINAL VERSION OF THE FAAM-I QUESTIONNAIRE

Apponga una sola X per ciascuna riga in corrispondenza del grado di difficoltà che ha incontrato durante l'ultima settimana nello svolgimento delle attività indicate. Se l'attività fosse limitata per altri motivi non dipendenti dalla caviglia o dal piede segni la risposta "non applicabile" (N/A).

1 - Attività della vita Quotidiana

	Nessuna difficoltà	Leggera difficoltà	Moderata difficoltà	Estrema difficoltà	Totale Incapacità	N/A
1. Stare in piedi						
2. Camminare su una superficie piana						
3. Camminare scalzo su una superficie piana						
4. Camminare in salita						
5. Camminare in discesa						
6. Salire le scale						
7. Scendere le scale						
8. Camminare su terreno sconnesso						
9. Salire e scendere dai marciapiedi						
10. Accovacciarsi						
11. Stare in piedi sulle punte						
12. Iniziare a camminare (al risveglio mattutino, o dopo una posizione seduta o distesa prolungata)						
13. Camminare per 5 minuti o meno						
14. Camminare per circa 10 minuti						
15. Camminare per più di 15 minuti						

Quanta difficoltà riscontra nell'eseguire le seguenti attività:

16. Mansioni domestiche						
17. Attività della vita quotidiana						
18. Cura di sé						
19. Attività lavorative leggere o moderatamente intense (stare in piedi, camminare)						
20. Attività lavorative pesanti (spingere/tirare, trasportare)						
21. Attività ricreative						

Su una scala da 0 a 100, dove 0 rappresenta la totale incapacità a svolgere qualsiasi abituale attività quotidiana e 100 rappresenta la condizione che aveva prima di avere il problema alla caviglia o al piede, come valuta la Sua attuale capacità a svolgere le Sue abituali attività quotidiane?

____%

2 - Sport

Quanta difficoltà riscontra nell'eseguire le seguenti attività sportive:

	Nessuna difficoltà	Leggera difficoltà	Moderata difficoltà	Estrema difficoltà	Incapacità	N/A
1. Correndo in linea retta						
2. Saltare						
3. Atterrare da un salto						
4. Partire e fermarsi rapidamente nella corsa						
5. Rapidi spostamenti laterali						
6. Attività a basso impatto						
7. Praticare il Suo sport come da abitudine						
8. Praticare il Suo sport per quanto tempo desidera						

Su una scala da 0 a 100, dove 0 rappresenta la totale incapacità a svolgere qualsiasi abituale attività quotidiana e 100 rappresenta la condizione che aveva prima di avere il problema alla caviglia o al piede, come valuta la Sua attuale capacità a compiere gesti sportivi?

____%

Questionario FADI (Foot and Ankle Disability Index)

indice di disabilità di piede e caviglia

validato in **italiano** da Leigheb M. et al. *

Prego risponda ad ogni domanda con una risposta che descriva più appropriatamente la sua condizione nell'ultima settimana.

Se l'attività in questione è limitata da qualcos'altro oltre al suo piede o caviglia, segni 0.

	DIFFICOLTA' IN ATTIVITA'	Nessuna difficoltà 4	Leggera difficoltà 3	Moderata difficoltà 2	Estrema difficoltà 1	Incapace ad eseguire 0
1	Stare in piedi					
2	Camminare su superficie regolare					
3	Camminare su superficie regolare senza scarpe					
4	Camminare in salita					
5	Camminare in discesa					
6	Salire le scale					
7	Scendere le scale					
8	Camminare su superficie irregolare/disconnessa					
9	Fare il passo completo con appoggio e spinta					
10	Accovacciarsi					
11	Dormire					
12	Salire in punta di piedi					
13	Iniziare a camminare					
14	Camminare 5 minuti o meno					
15	Camminare circa 10 minuti					
16	Camminare 15 minuti o più					
17	Lavori domestici					
18	Attività di vita quotidiana					
19	Igiene personale					
20	Lavoro da leggero a moderato (stare in piedi, camminare)					
21	Lavoro pesante (spingere/tirare, arrampicarsi, portare pesi)					
22	Attività ricreative					

	DOLORE	Nessun dolore 4	Lieve 3	Moderato 2	Severo 1	Insostenibile 0
23	Livello generale di dolore					
24	Dolore a riposo					
25	Dolore durante la sua normale attività					
26	Dolore appena sveglio					

Cognome e Nome:

Data compilazione:

Totale: .../104

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Lee H et al. 2021	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCERNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	N I			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?	P N			Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	P N			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?	N I			Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?	P N	Likely that missingness depended on true value?		Risk		Risk	L	
			Risk	SC	Risk	L					
Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Kim K-M et al. 2021	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCERNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	N I			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?	N I			Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?	P N	Likely that missingness depended on true value?		Risk		Risk	L	
			Risk	SC	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Elsotohy NM et al. 2021	Allocation sequence random?	P Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequeze concealed?	P Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?	P N	Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	P N			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	P N	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Uzlasir S et al. 2021	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Huang P et al. 2021	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCERNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	SC			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Alahmari KA et al. 2021	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	HIGH
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?		Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?			Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Burcal CJ et al. 2019	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequeze concealed?	P Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	P N			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Anguish B et al. 2018	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	P Y			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	P Y	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	P N			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Ha SY et al. 2018	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	HIGH
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Hall EA et al. 2018	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P Y	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?	N I	Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	P N			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	P N	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Song K et al. 2018	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?		Outcome data for all participants?		Method of measuring the outcome inappropriate?		Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?		SOME CONCE RNS (PEDro score average rating of 5)
	Allocation sequence concealed?		Personnel aware of intervention?				Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?				
	Baseline imbalances suggest a problem?		Deviations tha arose from the experimental context?		Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?		Result-selected from multiple outcome measurements ?		
	Risk		Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?		
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk				
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk		
			Risk		Risk						

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Nam SM et al. 2018	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	N I	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	HIGH
	Allocation sequeze concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	N I			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	N I	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	N I	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	S C	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Burcal CJ et al 2017	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P Y	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	P Y			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?	P N	Outcome assessors aware of intervention received?	P Y	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	P N	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	S C	Risk	L					
Autori			Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Linens SW et al. 2016	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Wright CJ et al. 2016	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P Y	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	P Y			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	P Y	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	N I	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Donovan L et al. 2016	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	LOW
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?		Evidence that result is not biased?	P Y	Outcome assessors aware of intervention received?	P N	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk		
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Nam SM et al. 2016	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	N I	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	HIGH
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	B N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	N I			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	N I	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	N I	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	S C			
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Jain TK et al. 2016	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCENTRNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	P N			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?		Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	P N	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	SC	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Cruz-Diaz D et al. 2015	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	LOW
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	P N			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?		Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	P N	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	L			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
De Ridder R et al. 2015	Allocation sequence random?	N I	Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P Y	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCENTRNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?	N I	Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	SC	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	N I	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	SC			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?	P N	Risk	L			
			Risk	L	Risk	SC					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias		
Mettler A et al. 2015	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCERNS		
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N					
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N			
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I					
			Deviations affect outcome?				Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N		Result selected from multiple analysis of the data?	P N
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?						Risk	SC			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?							Risk	L
			Risk	L	Risk	L							

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias		
Hale SA et al. 2014	Allocation sequence random?	N I	Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS		
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N					
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?	N I	Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N			
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I					
			Deviations affect outcome?				Missingness could depend on true value?	P N	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N		Result selected from multiple analysis of the data?	P N
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?						Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L			
			Risk	S C	Risk	L							

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Asimeni a G et al. 2013	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequeze concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?		Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Sefton JM et al. 2011	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	P Y			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	P Y	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
McKeon PO et al. 2009	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P Y	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	P Y			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?	Outcome assessors aware of intervention received?	P Y	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N		
	Risk	L	Deviations balanced between groups?			Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N		
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?							Risk	
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	S C	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
McKeon PO et al. 2008	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCERNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?	Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N		
	Risk	L	Deviations balanced between groups?			Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I				
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N		
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?			Risk	SC				
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk				
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Kidgell DJ et al. 2007	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequence concealed?	Y	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	P N	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	L	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?				Risk	L	
			Risk	L	Risk	L					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Eils E et al. 2001	Allocation sequence random?	Y	Participants aware of intervention?	P N	Outcome data for all participants?	P N	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	HIGH
	Allocation sequence concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	P N	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?	N I	Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?	N I	Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?	P N	Risk	L			
			Risk	S C	Risk	S C					

Autori	Randomization process		Deviation from Intended Interventions		Missing outcome data		Measurement of the outcome		Selection of the reported result		Overall Bias
Bernier JN et al. 1998	Allocation sequence random?		Participants aware of intervention?	N I	Outcome data for all participants?	P Y	Method of measuring the outcome inappropriate?	P N	Trial analysed in accordance with a pre-specified plan?	P Y	SOME CONCE RNS
	Allocation sequeenze concealed?	N I	Personnel aware of intervention?	N I			Measurement of ascertainment of outcome differ between groups?	P N			
	Baseline imbalances suggest a problem?	N I	Deviations tha arose from the experimental context?	N I	Evidence that result is not biased?		Outcome assessors aware of intervention received?	N I	Result-selected from multiple outcome measurements ?	P N	
	Risk	S C	Deviations balanced between groups?				Could assessment have been influenced by knowledge of intervention?	N I			
			Deviations affect outcome?		Missingness could depend on true value?		Likely that assessment was influenced by knowledge of intervention?	P N	Result selected from multiple analysis of the data?	P N	
			Appropriate analysis to estimate the effect of assignment?				Risk	S C			
			Substantial impact of the failure to analyse participants in randomized groups?		Likely that missingness depended on true value?		Risk	L			
			Risk	S C	Risk	L					

BIBLIOGRAFIA

1. Waterman CBR, Owens MBD, Davey CS, Zacchilli CMA, Belmont LCPJ. The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States. *J Bone Jt Surgery-American Vol.* 2010;92(13):2279-2284. doi:10.2106/JBJS.I.01537.
2. Gribble PA et al. Selection Criteria for Patients with Chronic Ankle Instability in Controlled Research: A Position Statement of the International Ankle Consortium. *Journal of Athletic Training* 2014;49(1):121-127.
3. Feger MA, Glaviano NR, Donovan L, et al. Current trends in the management of lateral ankle sprain in the United States. *Clin J Sport Med.* 2016 Jun 22. PubMed PMID: 27347860.
4. Safran MR, Zachazewski JE, Benedetti RS, Bartolozzi AR, Mandelbaum R. Lateral ankle sprains: a comprehensive review part 2: treatment and rehabilitation with an emphasis on the athlete. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(7 Suppl):S438-47.
5. Malliaropoulos N, Maffulli N et al. Acute Lateral Ankle Sprains in Track and Field Athletes: An Expanded Classification. October 2006. *Foot and Ankle Clinics of North America* 11(3):497-507.
6. 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.
7. Vries J de, Krips R, Sierevelt IN, Blankevoort L, Dijk V. Interventions for treating chronic ankle instability (Review). *Cochrane Collab.* 2011;(8).
8. Gribble PA et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br J Sports Med* 2016;50:1496-1505.
9. Van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RMD, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SMA. What Is the Clinical Course of Acute Ankle Sprains? A Systematic Literature Review. *Am J Med.* 2008;121(4):324-331.e7.
10. Hertel J, Corbett RO. An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 2019 Jun; 54(6): 572-588.
11. 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.
12. Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic Ankle Instability: Evolution of the Model. *J Athl Train.* 2011;46(2):133-41.
13. Gribble PA et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *Br J Sports Med* 2014;48:1014-1018.
14. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. Vol. 37, *Journal of Athletic Training.* 2002. p. 364-75.
15. Freeman M, Dean M, Hanham J. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965 Nov;47(4):678-85.
16. Tropp H, Ekstrand J, Gillquist J. Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16(1):64-6.
17. Terada M, Pietrosimone BG, Gribble PA. Therapeutic interventions for increasing ankle dorsiflexion after ankle sprain: a systematic review. *J Athl Train.* 2013;48(5):696-709.
18. McKeon JM, McKeon PO. Evaluation of joint position recognition measurement variables associated with chronic ankle instability: a meta-analysis. *J Athl Train.* 2012;47(4):444-456
19. Arnold BL, Docherty CL. Low-load eversion force sense, self-reported ankle instability, and frequency of giving way. *J Athl Train.* 2006;41(3):233-238
20. Melzack R. Pain and the Neuromatrix in the brain. *J Dent Educ.* 2001; 65(12): 1378-1382.
21. Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(12):113-125.
22. Donovan L, Feger MA, Hertel J. Lower extremity muscle activation during functional exercises in patients with and without chronic ankle instability. *PM&R.* 2014. 6(7): 602-611.
23. Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic instability. *Clin Sports Med.* 2008;27(3):353-370.
24. Donnelly L, Donovan L, Hart JM, Hertel J. Eversion strength and surface electromyography measures with and without chronic ankle instability measured in 2 positions. *Foot Ankle Int.* 2017;38(7):769-778.
25. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339-357.
26. 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.
27. Docherty CL, McLeod VTC, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. *Clin J Sport Med.* 2006;16(3):203-208.

28. Arnold BL, De La Motte S, Linens S, Ross SE. Ankle instability is associated with balance impairments: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):1048–1062.
29. Moisan G, Descarreaux M, Cantin V. Effects of chronic ankle instability on kinetics, kinematics and muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait Posture.* 2017;52:381–399
30. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) World Health Organization Web site. 2019 www.who.int/classifications/icf/en
31. Arnold BL, Wright CJ, Ross SE. Functional ankle instability and health-related quality of life. *J Athl Train.* 2011;46(6):634–41.
32. Houston MN, Van Lunen BL, Hoch MC. Health-related quality of life in individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2014;49(6):758–63.
33. 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 Rehab.* 2006;87:1235–41.
34. Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ. A. Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain.* 1993;52(2):157–168.
35. Woby SR, Roach NK, Urmston M, Watson PJ. Psychometric properties of the TSK-11: a shortened version of the Tampa Scale for Kinesiophobia. *Pain.* 2005;117(1–2):137–144.
36. Martin RL, Irrgang JJ, Burdett RG, Conti SF, Van Swearingen JM. Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) Foot Ankle Int. 2005;26(11):968–983.
37. Vela LI, Denegar CR. The Disablement in the Physically Active Scale, part II: the psychometric properties of an outcomes scale for musculoskeletal injuries. *J Athl Train.* 2010;45(6):630–641.
38. Brazier JE, Harper R, Jones NM et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *BMJ.* 1992 Jul 18; 305(6846): 160–164.
39. Hale SA, 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 Sport Phys Ther.* 2007;37(6):303–311.
40. De Vries J, Krips R, Siersevelt IN, Blankevoort L, Dijk V. Interventions for treating chronic ankle instability (Review). *Cochrane Collab.* 2011;(8).
41. Tropp H, Odenrick P. Postural control in single-limb stance. *J Orthop Res.* 1988;6(6):833–839.
42. Arnold BL, De La Motte S, Linens S, Scott RE. Ankle Instability Is Associated with Balance Impairments. A Meta-Analysis. *Med & Science in Sports & Exercise.* 2009; 41(5): 1048–1062.
43. Song K, Burcal CJ, Hertel J, Wikstrom EA. Increased visual use in chronic ankle instability: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(10):2046–2056.
44. Lee JH, Lee SH, Choi GW, Jung HW, Jang WY. Individuals with recurrent ankle sprain demonstrate postural instability and neuromuscular control deficits in unaffected side. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (2020) 28:184–192.
45. Moher D, Liberati A et al. Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: Il PRISMA Statement. *Evidence.* 2015; 7(6).
46. Sterne JAC et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 2019; 366: l4898.
47. Kosik KB et al. Therapeutic interventions for improving self-reported function in patients with chronic ankle instability: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017;51(2):105–112.
48. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):264–275. doi:10.2519/jospt.1998.27.4.264
49. Eils E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2001;33(12):1991–1998.
50. Kidgell D, Horvath D, Jackson B, Seymour P. Effect of six weeks of dura disc and mini-trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability. *Journal of strength and conditioning research.* 2007;21(2):466–469. doi:10.1519/R-18945.1
51. McKeon P, Ingersoll C, Kerrigan D, Saliba E, Bennett B, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine and science in sports and exercise.* 2008;40(10):1810–1819. doi:10.1249/MSS.0b013e31817e0f92
52. McKeon P, Paolini G, Ingersoll C, et al. Effects of balance training on gait parameters in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation.* 2009;23(7):609–621. doi:10.1177/0269215509102954.

53. Sefton J, Yarar C, Hicks-Little C, Berry J, Cordova M. Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2011;41(2):81-89. doi:10.2519/jospt.2011.3365.
54. Jain TK, Wauneka CN, Liu W. Four Weeks of Balance Training does not Affect Ankle Joint Stiffness in Subjects with Unilateral Chronic Ankle Instability. *Int J Sports Exerc Med*. 2016;2(1). doi:10.23937/2469-5718/1510036.
55. Asimenia G, Paraskevi M, Polina S, Anastasia B, Kyriakos T, Georgios G. Aquatic training for ankle instability. *Foot Ankle Spec*. 2013;6(5):346-351. doi:10.1177/1938640013493461.
56. Hale SA, Fergus A, Axmacher R, Kiser K. Bilateral improvements in lower extremity function after unilateral balance training in individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2014;49(2):181-191. doi:10.4085/1062-6050-49.2.06
57. Elsotho N, Salim Y, Nassif N, Hanafy A. Cross-education effect of balance training program in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Injury*. 2021;52(3):625-632. doi:10.1016/j.injury.2020.09.065.
58. Cruz-Díaz D, Lomas-Vega R, Osuna-Pérez M, Contreras F, Martínez-Amat A. Effects of 6 Weeks of Balance Training on Chronic Ankle Instability in Athletes: a Randomized Controlled Trial. *International journal of sports medicine*. 2015;36(9):754-760. doi:10.1055/s-0034-1398645.
59. De Ridder R, Willems TM, Vanrenterghem J, Roosen P. Effect of a Home-based Balance Training Protocol on Dynamic Postural Control in Subjects with Chronic Ankle Instability. *Int J Sports Med*. 2015;36(7):596-602. doi:10.1055/s-0034-1396823.
60. Mettler A, Chinn L, Saliba S, McKeon P, Hertel J. Balance training and center-of-pressure location in participants with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*. 2015;50(4):343-349. doi:10.4085/1062-6050-49.3.94.
61. Donovan L, Hart JM, Saliba SA, et al. Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train*. 2016;51(3):233-251. doi:10.4085/1062-6050-51.3.09
62. Linens S, Ross S, Arnold B. Wobble Board Rehabilitation for Improving Balance in Ankles With Chronic Instability. *Clinical journal of sport medicine*. 2016;26(1):76-82. doi:10.1097/JSM.000000000000191.
63. Burcal CJ, Sandrey MA, Hubbard-Turner T, McKeon PO, Wikstrom EA. Predicting dynamic balance improvements following 4-weeks of balance training in chronic ankle instability patients. *J Sci Med Sport*. 2019;22(5):538-543. doi:10.1016/j.jsams.2018.11.001.
64. Burcal C, Trier A, Wikstrom E. Balance Training Versus Balance Training With STARS in Patients With Chronic Ankle Instability: a Randomized Controlled Trial. *Journal of sport rehabilitation*. 2017;26(5):347-357. doi:10.1123/jsr.2016-0018.
65. Anguish B, Sandrey M. Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability. *Journal of athletic training*. 2018;53(7):662-671. doi:10.4085/1062-6050-555-16.
66. Hale S, Hertel J, Olmstead-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):303-311.
67. Huang PY, Jankaew A, Lin CF. Effects of Plyometric and Balance Training on Neuromuscular Control of Recreational Athletes with Functional Ankle Instability: A Randomized Controlled Laboratory Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(10). doi:10.3390/ijerph18105269.
68. Wright, Cynthia J., Shelley W. Linens, e Mary S. Cain. 2017. «A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability». *Journal of Sport Rehabilitation* 26 (4): 238-49. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0189>.
69. Ha SY, Han JH, Sung YH. Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *J Exerc Rehabil*. 2018;14(2):301-305. doi:10.12965/jer.1836082.041.
70. Hall E, Chomistek A, Kingma J, Docherty C. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part II: assessing Patient-Reported Outcome Measures. *Journal of athletic training*. 2018;53(6):578-583. doi:10.4085/1062-6050-387-16.
71. Hall EA, Docherty CL, Simon J, Kingma JJ, Klossner JC. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *J Athl Train*. 2015;50(1):36-44
72. Alahmari KA, Kakaraparthi VN, Reddy RS, et al. Combined Effects of Strengthening and Proprioceptive Training on Stability, Balance, and Proprioception Among Subjects with Chronic Ankle Instability in Different Age

- Groups: Evaluation of Clinical Outcome Measures. *Indian J Orthop.* 2021;55(Suppl 1):199-208. doi:10.1007/s43465-020-00192-6.
73. Skinner, H. B., Barrack, R. L., & Cook, S. D. (1984). Age-related decline in proprioception. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 184, 208–211.
74. Nam SM, Kim K, Lee DY. Effects of visual feedback balance training on the balance and ankle instability in adult men with functional ankle instability. *J Phys Ther Sci.* 2018;30(1):113-115. doi:10.1589/jpts.30.113
75. Nam SM, Kim WB, Yun CK. Effects of balance training by knee joint motions on muscle activity in adult men with functional ankle instability. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(5):1629-1632. doi:10.1589/jpts.28.
76. Lee H, Han S, Page G, Bruening DA, Seeley MK, Hopkins JT. Effects of balance training with stroboscopic glasses on postural control in chronic ankle instability patients. *Scand J Med Sci Sports.* Published online November 14, 2021. doi:10.1111/sms.14098.
77. Uzlaşır S, Özdiraz KY, Dağ O, Tunay VB. The effects of stroboscopic balance training on cortical activities in athletes with chronic ankle instability. *Phys Ther Sport.* 2021;50:50-58. doi:10.1016/j.ptsp.2021.03.014.