



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. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

**Il ruolo della limitazione della dorsiflessione di  
caviglia nelle patologie dell'arto inferiore.**

Candidato:

Dott. Latragna Francesco

Relatore:

Dott. Raschi Andrea

# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1.INTRODUZIONE</b>  |           |
| • 1.1 La dorsiflessione di caviglia nella cinematica e nelle lesioni degli arti inferiori..... | 4         |
| • 1.2 Obiettivo della tesi.....  | 5         |
| <b>2.MATERIALI E METODI</b>  |           |
| • 2.1 Strategia di ricerca.....  | 6         |
| • 2.2 Criteri di eleggibilità.....   | 6         |
| • 2.3 Selezione degli studi.....   | 7         |
| • 2.4 Valutazione della qualità metodologica.....  | 7         |
| • 2.5 Sintesi ed analisi dei dati.....   | 7         |
| <b>3.RISULTATI</b>   |           |
| • 3.1 Flowchart di selezione degli studi.....  | 8         |
| • 3.2 Tabella descrittiva degli studi inclusi.....   | 9         |
| <b>4.DISCUSSIONE.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>5.CONCLUSIONI.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>6.LIMITI.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>7.BIBLIOGRAFIA.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>Allegati.....</b>   | <b>29</b> |

## ABSTRACT

**INTRODUZIONE:** la dorsiflessione (DF) di caviglia viene considerata uno dei possibili fattori di rischio biomeccanici per lo sviluppo di patologie dell'arto inferiore. Andando a modificare la *stiffness* dell'arto inferiore e le dinamiche di atterraggio in *task* funzionali come il salto o lo squat la DF può causare varie lesioni tra cui quella del legamento crociato anteriore (LCA), distorsione laterale di caviglia, tendinopatia achillea e patellare, sindrome femoro-rotulea, fratture da stress tibiale e sindrome della bandeletta ileo-tibiale.

**OBIETTIVI:** valutare, partendo dall'analisi biomeccanica, il ruolo del deficit articolare in DF di caviglia nella cinematica e nelle patologie dell'arto inferiore.

**MATERIALI E METODI:** sono stati ricercati nella banca dati Pubmed tra ottobre 2018 e aprile 2019, utilizzando come *MeSH Terms* "leg injuries" e come *Free Words* "lower limb kinematic", "ankle dorsiflexion", "ankle dorsiflexion limitation" e "ankle dorsiflexion deficit", articoli in lingua inglese e italiana, di cui sia stato possibile reperire il *full-text*, senza alcuna restrizione relativa alla data di pubblicazione e al disegno di studio. I *record* sono stati scremati attraverso la lettura del titolo, dell'*abstract* e del *full-text*. La qualità metodologica degli studi è stata valutata tramite scala PRISMA per le revisioni sistematiche e Newcastle-Ottawa scale (NOS) per gli studi osservazionali. I risultati ottenuti sono stati presentati tramite tabelle sinottiche.

**RISULTATI:** in questa revisione sistematica sono stati inclusi 17 studi, 6 di questi focalizzano la loro attenzione sugli effetti cinematici e biomeccanici che una limitazione della DF di caviglia può provocare sia in statica che durante l'atterraggio da un salto, gli altri 11 invece su come questo ROM ridotto a livello articolare possa contribuire allo sviluppo di diverse patologie dell'arto inferiore, dalle lesioni da non contatto fino ad arrivare a quelle muscolari e da *overuse*. Durante l'esecuzione di test funzionali la limitazione in DF è risultata essere correlata ad un'alterazione dei parametri biomeccanici dell'intero arto inferiore. È emersa inoltre un'associazione significativa per quanto riguarda il deficit in DF di caviglia e l'insorgenza di alcune lesioni a carico dell'arto inferiore: LCA, distorsione laterale di caviglia, sindrome da stress mediale tibiale, tendinopatia achillea, lesioni agli ischiocrurali, lesione cartilaginea del ginocchio, contusione al quadricipite e al tricipite surale, lesione muscolare del tricipite e dei muscoli inguinali.

**CONCLUSIONI:** un deficit in DF di caviglia è correlato significativamente a modifiche dello schema motorio dell'arto inferiore durante l'esecuzione di *task* motori dinamici e ad un aumentato rischio di lesioni da non contatto, muscolari e da *overuse* degli arti inferiori. Test funzionali come lo step-down test, l'atterraggio da un salto monopodalico o l'affondo in carico potrebbero venire considerati buoni strumenti di screening al fine di impostare programmi di prevenzione soprattutto nella popolazione sportiva.

# 1.INTRODUZIONE

## 1.1 La dorsiflessione di caviglia nella cinematica e nelle lesioni degli arti inferiori

La presenza di uno schema alterato di movimento dell'arto inferiore viene considerato un fattore di rischio per lo sviluppo di disturbi muscoloscheletrici in questo distretto (1,2). Uno dei possibili aspetti biomeccanici coinvolti è la limitazione della dorsiflessione (DF) di caviglia che, attraverso l'influenza sulla *stiffness* dell'arto inferiore (3), può essere correlata a varie patologie (4-7). Il range di DF di caviglia normale va dagli 8° ai 26° (8) e, secondo Lindsjo et al., nelle attività in carico degli atleti è necessaria un'escursione articolare di almeno 20-30° (9) mentre per il cammino normale sono sufficienti circa 10° (10). Le condizioni che possono limitare la DF di caviglia descritte in letteratura sono una ridotta flessibilità del tricipite surale e della capsula articolare o formazioni ossee anormali (10,11). I meccanismi compensatori che possono essere messi in atto in maniera fisiologica dai soggetti con articularità in DF ridotta, proposti da Gross MT., sono una ridotta lunghezza del passo, sviluppo di ipermobilità in dorsiflessione a livello di retropiede o avampiede, aumento della pronazione e dell'estensione dell'alluce durante la fase di *terminal stance* (12).

I parametri biomeccanici che possono essere considerati dei fattori di rischio intrinseci per le lesioni muscoloscheletriche nei vari sport, in particolare nella corsa, riguardano, secondo autori come Clement et al. (13) e James & Bates (14), l'allineamento statico dell'arto inferiore e quindi caratteristiche come antiversione del collo del femore, varismo, valgismo o recurvatum di ginocchio, angolo Q eccessivo, patella alta, torsione tibiale, ROM in DF di caviglia, aumentato varismo subtalare e dell'avampiede.

L'alta incidenza di lesione al LCA da non contatto rispetto a quelle da contatto (70% vs 30%) ha spinto i ricercatori a studiarne i possibili fattori di rischio biomeccanici (15). Il meccanismo lesivo viene descritto in letteratura come un'associazione di extrarotazione di tibia e valgismo di ginocchio (16) spesso atterrando da un salto (17), *pivoting*, *planting* o una combinazione di questi (18). Il deficit di DF di caviglia può avere degli effetti su parametri dell'intero arto inferiore, importanti per le dinamiche lesive dell'LCA, attraverso un aumento del valgismo dinamico di ginocchio, una riduzione della flessione di ginocchio e di anca e un aumento dell'intrarotazione e adduzione di anca (19,20) durante l'atterraggio da un salto e i movimenti di taglio; provoca inoltre lo sviluppo di maggiori forze di reazione del terreno verticali e posteriori (16,21).

La *chronic ankle instability* (CAI), conseguenza tardiva del 10-30% delle distorsioni acute (22), ha varie cause intrinseche tra cui deficit propriocettivi (alterati output della muscolatura e sensibilità cinestetica), ridotto equilibrio e stabilità posturale, instabilità meccanica, riduzione della forza e del ROM e precedenti distorsioni (23,24). Nessuno di questi è stato però identificato come fattore causale definitivo per lo sviluppo del disturbo (25). Secondo Quirk e Wiesler et al. una limitazione della DF di caviglia può giocare un ruolo importante non solo nell'instabilità funzionale ma anche nelle distorsioni laterali acute primarie (26,27), il cui meccanismo lesivo è un'eccessiva inversione ed intrarotazione di caviglia (28). Proprio come per il LCA la maggior parte delle lesioni di caviglia, soprattutto nel calcio, sono da non contatto, con un'incidenza del 58% (29).

Un altro infortunio frequente, spesso associato alla corsa, è la sindrome da stress mediale tibiale, la cui incidenza nei *runners* va dal 13,6% al 20% (30). Il trattamento di questa problematica rappresenta tutt'ora una sfida per i clinici a causa dell'assenza di consensus in relazione ai fattori eziologici (31). I potenziali fattori di rischio studiati fino ad ora sono un elevato BMI, l'architettura trabecolare ossea, la cinematica del cammino, asimmetria nella lunghezza degli arti inferiori, *navicular drop*, i carichi di allenamento e il ROM articolare, in particolare di anca e caviglia (32,33).

L'influenza del ROM articolare di caviglia è sicuramente accertata ma, in direzioni specifiche quale quella anteriore, servono test clinici utili, come lo step-down, per analizzare la cinematica dell'intero arto inferiore, al fine di estrapolare i possibili fattori di rischio sopra elencati (34). Proprio in relazione al fatto che il ROM dell'articolazione tibio-tarsica ha una forte influenza sul pattern di movimento dell'arto inferiore alcuni autori sottolineano l'importanza di valutare e misurare l'escursione in DF dei soggetti prima dell'esecuzione del test funzionale (35,36).

Identificare i fattori predisponenti e gli aspetti biomeccanici collegati ad un maggior rischio di infortuni all'arto inferiore è un metodo utile ai clinici nella prevenzione e trattamento degli stessi (37,38).

## **1.2 Obiettivo della tesi**

L'obiettivo della presente revisione è quello di valutare, partendo dall'analisi biomeccanica, il ruolo del deficit articolare in dorsiflessione di caviglia nella cinematica e nelle patologie dell'arto inferiore.

## 2.MATERIALI E METODI

### 2.1 Strategia di ricerca

La ricerca degli articoli per la presente revisione è stata condotta tra l'01/10/2018 e il 10/04/2019, tramite il motore di ricerca Medline. Sono stati inclusi nella ricerca tutte le tipologie di studi in lingua inglese e senza limiti temporali. Le parole chiave utilizzate sono state:

- termini MeSH: "leg injuries";
- *free words*: "lower limb kinematic", "ankle dorsiflexion", "ankle dorsiflexion limitation" e "ankle dorsiflexion deficit".

Come operatori booleani sono stati utilizzati "AND" e "OR" mentre filtri impostati sono stati "lingua italiana" e "lingua inglese".

| BANCA DATI | STRINGA   | SEARCH DETAILS  | FILTRI                    | RECORDS |
|------------|---|---|---------------------------|---------|
| Pubmed     | ((("leg injuries"[MeSH Terms]) OR "leg injuries")) OR "lower limb kinematic") AND (((("ankle dorsiflexion limitation") OR "ankle dorsiflexion") OR "ankle dorsiflexion deficit")) | ((("leg injuries"[MeSH Terms] OR "leg injuries"[All Fields]) OR "lower limb kinematic"[All Fields]) AND (((("ankle"[MeSH Terms] OR "ankle"[All Fields] OR "ankle joint"[MeSH Terms] OR ("ankle"[All Fields] AND "joint"[All Fields]) OR "ankle joint"[All Fields]) AND dorsiflexion[All Fields] AND limitation[All Fields]) OR "ankle dorsiflexion"[All Fields] OR ((("ankle"[MeSH Terms] OR "ankle"[All Fields] OR "ankle joint"[MeSH Terms] OR ("ankle"[All Fields] AND "joint"[All Fields]) OR "ankle joint"[All Fields]) AND dorsiflexion[All Fields] AND deficit[All Fields])) | Lingua italiana e inglese | 127     |

Tabella 1

### 2.2 Criteri di eleggibilità

Criteri di inclusione:

- Lingua di pubblicazione inglese o italiana
- Nessuna restrizione di data relativa alla pubblicazione degli articoli
- Tutti i disegni di studio
- I riferimenti citati negli articoli selezionati sono stati riesaminati per identificare altri studi che potrebbero essere stati persi dalla ricerca iniziale
- Studi di cui è stato possibile reperire il *full-text*

Criteri esclusione:

- Lingua di pubblicazione diversa da inglese o italiano
- Studi di cui non è stato possibile reperire il *full-text*
- Qualsiasi studio che non rispetti i criteri di inclusione

### **2.3 Selezione degli studi**

Tramite il *software Covidence* sono stati eliminati i duplicati ed in seguito è stata valutata l'eleggibilità degli studi rimanenti sulla base dei criteri di inclusione.

La prima e la seconda selezione dei *records* è stata fatta attraverso la lettura del titolo e dell'*abstract*. È stato successivamente letto il *full-text* e sono stati scelti gli articoli che erano in linea con i criteri di inclusione e gli obiettivi della revisione. Per concludere è stata analizzata la bibliografia di questi per verificare la presenza di altri *related articles* da selezionare persi con la ricerca iniziale.

### **2.4 Valutazione della qualità metodologica**

Per valutare la qualità metodologica dei singoli studi sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- Newcastle-Ottawa scale (NOS)(39): nelle diverse versioni per gli studi di coorte longitudinali prospettici, studi caso-controllo e *cross-sectional*; il punteggio della scala va da 0 a 9 punti e si hanno tre *range* di qualità metodologica (0-3 stelle indicano studi di bassa qualità, 4-6 stelle indicano studi di qualità accettabile, 7-9 stelle indicano studi di buona qualità), vedi Allegati A,B e C. Sono stati considerati soltanto gli articoli con almeno 4 stelle;
- PRISMA statement (40): per le revisioni sistematiche, sono stati considerati gli studi con punteggio  $\geq 16/27$ , vedi Allegato D.

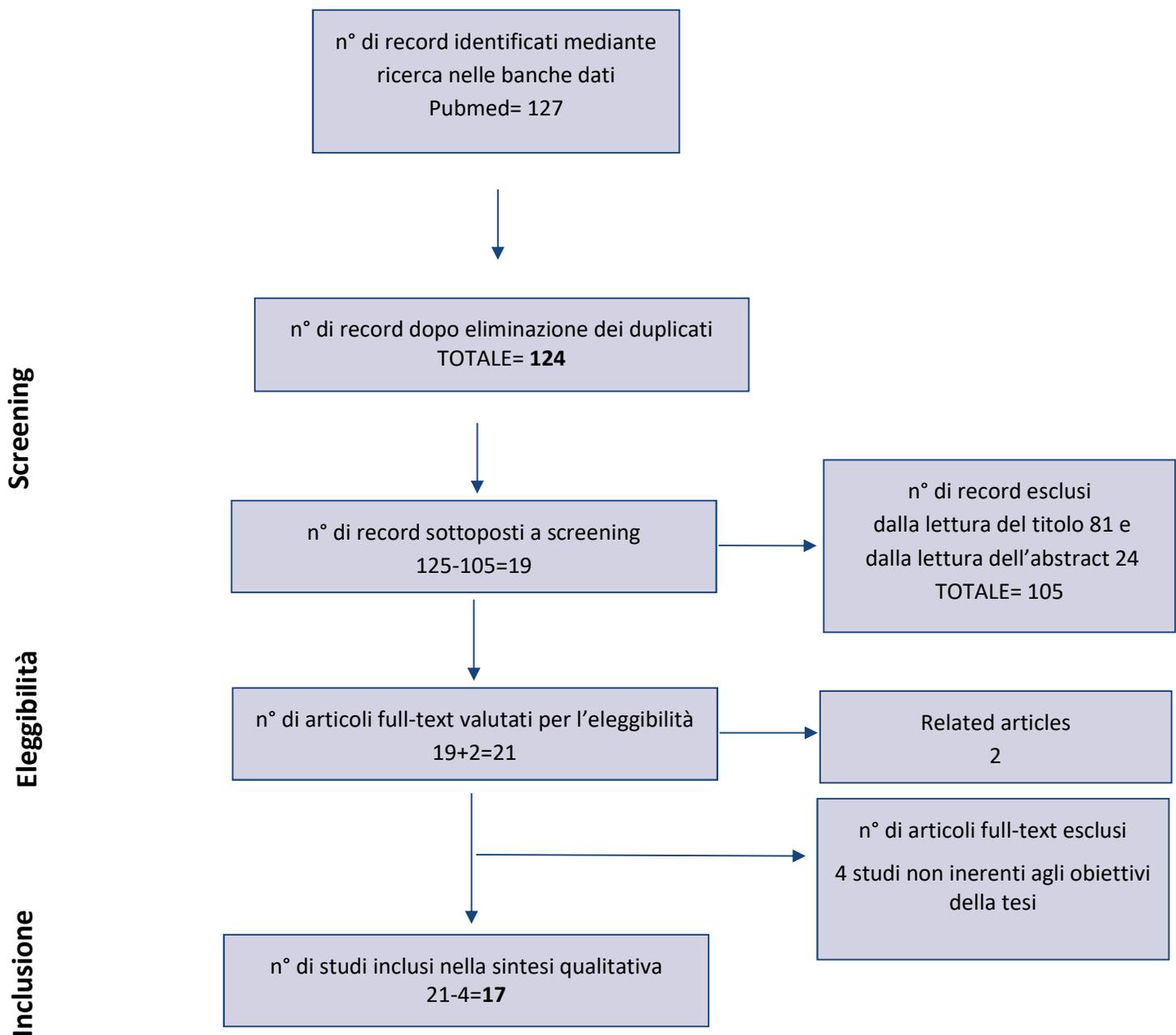
### **2.5 Sintesi ed analisi dei dati**

L'analisi dei risultati sarà prodotta attraverso una sintesi narrativa. Saranno riportate in apposite tabelle sinottiche le informazioni relative alle referenze (titolo, autore, anno e rivista di pubblicazione) e alle caratteristiche degli studi (disegno, obiettivi, materiali e metodi/risultati e conclusioni).

### 3. RISULTATI

#### 3.1 Flowchart selezione degli studi

Di seguito viene riportata la Flowchart del processo di selezione degli studi, iniziato con la ricerca nella banca dati Pubmed e seguito dallo screening per titolo, abstract ed infine full-text, con relativi motivi di esclusione.



### 3.2 Tabella descrittiva degli studi inclusi

Nella Tabella 2 vengono presentati i dati relativi agli studi inclusi nella revisione, in totale 17, con lo scopo di mettere in evidenza le principali caratteristiche di ogni studio in modo da rendere più facile un'analisi dei risultati ottenuti. All'interno della tabella per ogni singolo studio sono indicati:

- Autore, titolo e rivista di pubblicazione
- Disegno di studio
- Obiettivi dello studio
- Materiale e metodi, risultati
- Conclusioni
- Qualità metodologica degli studi (dove viene indicato il punteggio ottenuto alla scala di valutazione, sempre se disponibile, ossia NOS e PRISMA)

| AUTORE, TITOLO E RIVISTA  | DISEGNO DI STUDIO              | OBIETTIVI  | MATERIALI E METODI, RISULTATI   | CONCLUSIONI   | QUALITÀ METODOLOGICA |
|---|--------------------------------|--|---|---|----------------------|
| 1<br>Amraee D. et al.<br><br><b>Predictor factors for lower extremity malalignment and non-contact anterior cruciate ligament injuries in male athletes</b><br><br>Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy: official journal of the ESSKA. 2017 May;25(5):1625-1631. | Studio di coorte retrospettivo | Identificare fattori predittivi per lesioni da non contatto all'LCA. | La popolazione include 53 atleti di sesso maschile con una lesione ACL completa, età = 25 anni, altezza = 178/09 cm, peso = 79/03 kg. Tutti gli atleti partecipanti hanno avuto una rottura da non contatto (grado III) confermata da risonanza magnetica (MRI). I soggetti sono stati tutti valutati in primis senza ricostruzione dell'LCA e all'interno dei 21-84 giorni da dopo l'evento traumatico. L'antiversione d' anca esercita un effetto positivo significativo sulle lesioni ACL con OR 1,78 (p = 0,00, SD = 2,73). Ciò significa che con un aumento di 1° del ROM di antiversione d'anca, ci sarà un aumento corrispondente nella probabilità di un infortunio all'ACL di 1,78 volte (78%). Rotazione interna dell'anca con OR 0,82, (p = 0,003, SD = 4,51) e dorsiflessione della caviglia con OR 0,62 (p = 0,004, SD = 1,67) esercitano un significativo effetto negativo su un infortunio ACL. Questo significa che | Una diminuzione della dorsiflessione della caviglia, della rotazione interna dell'anca e dell'antiversione dell'anca sembrano essere predittori statisticamente significativi per l'insorgenza di lesioni all'LCA da non contatto negli atleti di sesso maschile. Questi infortuni possono essere evitati con un adeguato programma di prevenzione. | NOS: 5/9             |

|   |  |                                   |  |   |  |  |
|---|--|-----------------------------------|--|---|--|--|
|   |  |                                   |  | per un aumento di 1° nella rotazione interna dell'anca e della dorsiflessione di caviglia, la corrispondente diminuzione della probabilità di un infortunio del LCA è di 0,82 volte (- 27,4%) per la rotazione interna dell'anca e 0,62 volte (-37,7%) per la flessione dorsale di caviglia.  |  |  |
| 2 | Fong CM et al.<br><br><b>Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics.</b><br><br>Journal of athletic training,<br>2011 Jan-Feb;46(1):5-10.   | Studio di laboratorio descrittivo | Valutare le relazioni tra il range di dorsiflessione di caviglia e la biomeccanica dell'atterraggio.   | 35 individui fisicamente attivi (17 uomini, 18 donne).<br>Correlazioni significative sono state osservate tra il ROM in dorsiflessione a ginocchio esteso e lo spostamento del ginocchio in flessione ( $r=0.464$ , $p=0.029$ ), forza verticale di reazione del terreno ( $r=-0.411$ , $p=0.014$ ) e forza posteriore di reazione del terreno ( $r=-0.412$ , $p=0.014$ ). Il link con lo spostamento del ginocchio in valgo non era invece significativo ( $r=-0.290$ , $p=0.091$ ) così come tutte le correlazioni tra il ROM di dorsiflessione a ginocchio flesso e i variabili biomeccaniche di atterraggio ( $p>0.05$ ).       | Un ampio ROM in dorsiflessione di caviglia è stato associato a maggiori spostamenti di ginocchio in flessione e minori forze di reazione del terreno durante l'atterraggio, inducendo così una postura collegata ad un rischio ridotto di lesioni all'LCA, dal momento che le forze che l'arto inferiore deve assorbire vengono limitate. Questi risultati suggeriscono che tecniche per aumentare l'estensibilità dei muscoli flessori plantari e il ROM di dorsiflessione può essere un'aggiunta importante alla prevenzione delle lesioni di LCA. | Non disponibile strumento di valutazione della qualità metodologica. |
| 3 | De Noronha M. et al.<br><br><b>Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain?</b><br><br>British journal of Sports Medicine.<br>2006 Oct;40(10):824-8; | Revisione sistematica             | Indagare attraverso una revisione sistematica della letteratura se forza, propriocezione, ROM e alterazione posturale possono predire e quantificare il rischio di una distorsione | Sono stati inclusi 21 studi longitudinali di coorte, ricercati in Medline, Cinahl, Embase e SportDiscus, che investigano la presenza di una prima o di ricorrenti distorsioni laterali di caviglia in soggetti con età $\geq 15$ anni.<br>Un altro criterio di inclusione è la misurazione di almeno uno dei seguenti predittori intrinseci di distorsione laterale di caviglia: ROM, qualsiasi misura di forza volontaria, propriocezione oppure alterazione posturale. L'uso di procedure chirurgiche è invece un criterio di esclusione.<br>Il range di movimento è stato indagato come predittore di distorsione della caviglia | I fattori che risultano utili per prevedere un aumento del rischio di distorsioni della caviglia sono: deficit di dorsiflessione, alterazione posturale e, in maniera ancora dubbia, propriocezione.<br>Il range di dorsiflessione sembra essere fino ad oggi il miglior predittore, considerando la forza dei risultati e la qualità dei rispettivi studi.  | PRISMA Statement: 17/27  |

|   |  |                              |  |  |   |          |
|---|--|------------------------------|--|--|---|----------|
|   |  |                              | laterale di caviglia.  | in 13 studi dai quali è emerso che soggetti con dorsiflessione di caviglia media di 34° hanno un rischio di distorsione di caviglia 5 volte maggiore rispetto a soggetti con 45° di dorsiflessione media.  |   |          |
| 4 | <p>Hansberger BL et al.</p> <p><b>Peak Lower Extremity Kinematics in Dancers and Nondancers</b></p> <p>Journal of Athletic training. 2018 Apr;53(4):379-385.</p>   | Studio trasversale           | <p>Comparare la biomeccanica di atterraggio tra danzatori e non danzatori durante l'esecuzione di un salto verticale monopodalico (single-leg drop vertical jump)</p>  | <p>39 soggetti: 12 femmine danzatrici e 14 non danzatrici; 13 maschi non danzatori. È stata valutata la cinematica di anca, ginocchio e caviglia durante l'esecuzione di un salto verticale monopodalico da un gradino di 30 cm. Nell'analisi per gruppo le femmine danzatrici e gli uomini non danzatori hanno mostrato una maggiore dorsiflessione di caviglia durante l'esecuzione del test (p=0,02).</p>   | <p>Tutti e 3 i gruppi sono atterrati con cinematica simile di anca e ginocchio mentre, per quanto riguarda la caviglia, le femmine non danzatrici atterrano con angolo maggiore di eversione e minore di dorsiflessione, posizione associate ad un aumentato rischio di lesione del LCA.</p>  | NOS: 6/9 |
| 5 | <p>Henry T. et Al.</p> <p><b>Risk Factors for Noncontact Ankle Injuries in Amateur Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study.</b></p> <p>Clinical Journal of Sport Medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 2016 May;26(3):251-8.</p> | Studio prospettico di coorte | <p>Determinare se fattori di rischio non modificabili e modificabili (ROM in dorsiflessione di caviglia, forza ed equilibrio dell'arto inferiore), identificati nello screening prestagionale, possono predire il rischio di</p> | <p>Sono stati reclutati 210 giocatori di calcio amatoriale di età &gt;15 anni. Nello screening prestagionale sono state misurate sia variabili indipendenti (altezza, peso, ROM in dorsiflessione di caviglia tramite affondo al muro, potenza con salto verticale, equilibrio) che dipendenti (incidenza di lesione da non contatto alla caviglia ed esposizione sia all'allenamento e che alle partite). L'età media dei giocatori è 18,9 ± 3,5 anni, l'altezza 177,2 e il peso 71,23. 14 giocatori (6,7%) ha subito un infortunio alla caviglia senza contatto durante la stagione 2008-2009 e nessun partecipante ha sostenuto lesioni multiple alla caviglia. Il tasso di infortuni osservato è di 0,484 per 1000 ore di gioco. Una ridotta potenza ed equilibrio dell'arto inferiore sono state identificate come fattori di rischio</p> | <p>Questo studio ha dimostrato che forza ed equilibrio sono associati ad un aumento del rischio di lesioni da non contatto alla caviglia in giocatori di calcio maschi amatoriali. Non è stato trovato nessun altro fattore di rischio significativo. Questi deficit di forza ed equilibrio nell'arto inferiore possono essere identificati nello screening prestagionale, fornendo dati importanti per l'elaborazione di programmi di prevenzione, al fine di ridurre il rischio di lesioni alla caviglia da non contatto.</p> | NOS: 6/9 |

|   |   |                           |   |   |   |                 |
|---|---|---------------------------|---|---|---|-----------------|
|   |   |                           | <p>infortuni alla caviglia da non contatto in giocatori maschi dilettanti sia durante gli allenamenti che la stagione agonistica.</p>   | <p>indipendenti per le lesioni da non contatto alla caviglia mentre le altre variabili non hanno mostrato alcuna correlazione significativa, nemmeno una limitazione della dorsiflessione di caviglia &gt;13cm (RR 3,49; p=0,142).</p>  |   |                 |
| 6 | <p>Dill KE. Et al.</p> <p><b>Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing- lunge ankle-dorsiflexion range of motion.</b></p> <p>Journal of athletic training. 2014 Nov-Dec;49(6):723-32.</p> | <p>Studio trasversale</p> | <p>Determinare, usando due differenti tecniche di misura, se la cinematica articolare di anca e ginocchio è differente tra soggetti con ROM in dorsiflessione di caviglia normale o limitato.</p> | <p>Sono stati reclutati 40 soggetti attivi (20 con deficit di dorsiflessione e 20 senza). Tutti sono stati sottoposti a valutazione del ROM in dorsiflessione di caviglia attraverso due tecniche: in scarico a ginocchio teso oppure durante un affondo in carico. La flessione, il varismo e il valgismo, l'intra ed extra rotazione di ginocchio e la dorsiflessione di caviglia sono stati inoltre misurati durante l'esecuzione di squat overhead, di squat monopodalico ma non di atterraggio dal salto.</p> <p>Non sono state osservate differenze fra i due gruppi di pazienti per quanto riguarda il ROM passivo in dorsiflessione di caviglia in scarico. Gli individui del gruppo non limitato con dorsiflessione maggiore durante l'affondo in carico hanno mostrato un'aumentata flessione di ginocchio e dorsiflessione di caviglia durante lo squat overhead (differenza media in flessione di ginocchio 14,94°, p=0,001; MD dorsiflessione di caviglia 7,89°; p&lt;0,001 ) e monopodalico ( MD flessione di ginocchio 12,39°, p=0,001; MD dorsiflessione 6,44°, p&lt;0,001) ma non nel salto rispetto al gruppo con dorsiflessione di caviglia limitata</p> | <p>Un aumentato ROM in dorsiflessione di caviglia valutato attraverso l'affondo in carico è collegato ad una maggiore flessione di ginocchio e dorsiflessione di caviglia durante lo squat overhead e monopodalico ed a un maggiore varismo di ginocchio solamente durante lo squat monopodalico. La valutazione del ROM di caviglia attraverso affondo in carico rispetto al metodo non in carico fornisce importanti informazioni riguardo ai pattern di movimento compensatori durante lo squat. Un miglioramento della dorsiflessione di caviglia durante l'affondo in carico potrebbe essere un importante intervento per modificare gli schemi di movimento ad alto rischio frequentemente associati a lesioni da non contatto del LCA.</p> | <p>NOS: 7/9</p> |

|   |  |                       |   |   |  |          |
|---|--|-----------------------|---|---|--|----------|
|   |  |                       |   | e un aumento di varismo (MD 5,50°; p=0,048) soltanto nello squat monopodalico.  |  |          |
| 7 | <p>Wahlstedt C. et al.</p> <p><b>Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion.</b></p> <p>Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: official journal of the ESSKA. 2015 Nov;23(11):3202-7.</p> | Studio caso-controllo | <p>Valutare se il grado di dorsiflessione di caviglia differisce tra i soggetti con lesione del LCA e controlli non infortunati; studiare la differenza di dorsiflessione di caviglia tra arto infortunato e non e tra donne e uomini con infortunio del LCA.</p> | <p>Sono stati reclutati 60 soggetti (30 con lesione LCA e 30 controlli). La dorsiflessione della caviglia è stata misurata con un goniometro in maniera standardizzata in posizione di affondo. La misurazione è stata preceduta da 10 minuti riscaldamento con cyclette ad una velocità di 60 RPM. Tutti i soggetti hanno completato un questionario con i dati anagrafici come età, sesso, altezza, peso e occupazione, oltre al livello di attività. Ai soggetti con infortunio del LCA è stata inoltre chiesta la data di infortunio, il meccanismo traumatico e la data dell'intervento di ricostruzione.</p> <p>I risultati, che sono statisticamente significativi, mostrano una minore dorsiflessione di caviglia nel gruppo con infortunio all'LCA rispetto ai controlli non infortunati (p&lt;0,001). La dorsiflessione media della caviglia nel gruppo con infortunio al LCA è 41.1° (SD 5.7) mentre nel gruppo di controllo è 46.6° (SD 5.3).</p> <p>Tra i soggetti con infortunio al LCA in una sola gamba (n = 27), la dorsiflessione media della caviglia dell'arto colpito è 41.2° (SD 6.2), misura che non differisce in maniera significativa da quella della gamba sana, ossia 41.3° (SD 6.1).</p> <p>Non c'è alcuna differenza significativa nella dorsiflessione nemmeno tra uomini e donne con un infortunio al LCA. La dorsiflessione media nelle donne è di 40,9° (SD 5.3) mentre negli uomini di 41.3° (SD 6.2).</p> | <p>I risultati attuali suggeriscono che un grado inferiore di dorsiflessione di caviglia è presente nei soggetti con lesione al LCA rispetto ai controlli non infortunati. Un test funzionale in cui la dorsiflessione della caviglia viene misurata con un goniometro può essere utile per identificare gli individui a maggior rischio di lesione del LCA.</p> | NOS: 5/9 |
| 8 | Gabbe BJ et al.  | Studio prospettico di | Identificare i fattori di   | 222 giocatori reclutati nel periodo prestagionale del 2002; alla baseline sono  | I giocatori d'élite più anziani e quelli con storia precedente di lesione agli   | NOS: 5/9 |

|   |   |                              |   |  |   |          |
|---|---|------------------------------|---|--|---|----------|
|   | <p><b>Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football.</b></p> <p>Scandinavian journal of the medicine &amp; science in sports. 2006 Feb;16(1):7-13</p>              | coorte                       | <p>rischio intrinseci per le lesioni agli ischiocrurali a giocatori d'elite di football australiano</p>   | <p>stati sottoposti ad un questionario autocompilato e ad uno screening muscoloscheletrico con misurazione del ROM di dorsiflessione di caviglia, intra ed extra rotazione di anca, estensibilità muscolare dell'arto inferiore e neurodinamica. I giocatori sono stati monitorati durante la stagione del 2002 per quanto riguarda le lesioni agli ischiocrurali. 31 giocatori hanno riportato una lesione, associata in maniera statisticamente significativa ad età <math>\geq 25</math> anni (OR=4,04; p=0,020), lesione nei 12 mesi precedenti (OR=4,30; p=0,003), BMI, mentre in maniera non statisticamente significativa a deficit di ROM in dorsiflessione di caviglia (OR=2,53; p=0,094).</p>  | <p>ischiocrurali nei 12 mesi precedenti sono un gruppo target adatto ad ulteriore ricerca riguardo a strategie di prevenzione per gli infortuni. Un ROM in dorsiflessione di caviglia limitato merita comunque di essere considerato nello sviluppo di programmi preventivi per le lesioni degli ischiocrurali.</p>                               |          |
| 9 | <p>Lun V. et al.</p> <p><b>Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners.</b></p> <p>British journal of sports medicine. 2004 Oct;38(5):576-80.</p> | Studio prospettico di coorte | <p>Determinare se le misure statiche dell'arto inferiore sono correlate ad un maggior rischio di infortuni dell'arto inferiore in runners amatoriali.</p> | <p>87 runners amatoriali (44 uomini e 43 donne) sono stati valutati per quanto riguarda peso, altezza, varismo e recurvatum di ginocchio, angolo Q, lunghezza dell'AI, ROM in dorsiflessione plantiflessione di caviglia, intra ed extrarotazione di anca, valgismo di retro e avampiede. Nei sei mesi successivi è stati registrati gli infortuni a livello dell'arto inferiore.</p> <p>69 runners hanno avuto almeno un infortunio (79%), il più comune si è rivelata essere la sindrome femororotulea. Nei runners uomini le lesioni più frequenti sono a livello di ginocchio e parte distale della gamba (13%) seguiti da anca, inguine e piede (10%) mentre nelle donne piede (15%) e coscia e parte distale della gamba (9%). Si riscontra una differenza statisticamente significativa tra i runners con sindrome femororotulea (6 soggetti) e</p> | <p>Dallo studio non emerge alcuna evidenza significativa che nei runners amatoriali le misure biomeccaniche statiche dell'arto inferiore sono associate ad un maggior rischio di infortuni proprio dello stesso arto inferiore tranne per quanto riguarda la sindrome femororotulea, in cui la dorsiflessione di caviglia destra è aumentata.</p> | NOS: 5/9 |

|    |   |                              |   |   |   |          |
|----|---|------------------------------|---|---|---|----------|
|    |   |                              |   | quelli che non ne soffrono per quanto riguarda la dorsiflessione di caviglia destra (aumentata da 0,3° a 6,1°), il varismo di ginocchio destro (da -0,9° a -0,3°) e il varismo dell'avampiede sinistro (da -0,5° a -0,4°).  |   |          |
| 10 | Gabbe BJ. Et al.<br><br><b>Predictors of lower extremity injuries at the community level of Australian football</b><br><br>Clin Journal of Sport Medicine: official Journal of the Canadian Academy of Sports Medicine. 2004 Mar;14(2):56-63. | Studio prospettico di coorte | Identificare i fattori di rischio per le lesioni degli arti inferiori nei giocatori amatoriali di football Americano. | Sono stati reclutati 126 giocatori di football americano amatoriale durante il periodo prestagionale del 2002; alla baseline sono stati sottoposti ad un questionario autocompilato e ad uno screening muscoloscheletrico con misurazione dei potenziali fattori di rischio per lesioni dell'arto inferiore: ROM di dorsiflessione di caviglia, intra ed extra rotazione di anca, estensibilità muscolare dell'arto inferiore e neurodinamica.<br>I giocatori sono stati monitorati durante la stagione del 2000 per quanto riguarda un primo infortunio all'arto inferiore.<br>59 giocatori hanno riportato un primo infortunio associato in maniera statisticamente significativa tramite analisi univariata soltanto a deficit di dorsiflessione di caviglia (RR=0,63). Le lesioni più frequenti sono a livello degli ischiocrurali seguiti da distorsione laterale di caviglia, lesione cartilaginea del ginocchio, contusione alla coscia, contusione al polpaccio, lesione muscolare del tricipite, lesione legamentosa del ginocchio e lesione dei muscoli inguinali. Il meccanismo primario di lesione è da contatto (7,5%), il 20,2% è avvenuto durante una accelerazione-decelerazione nella corsa e il 12,8% in un cambio di direzione | Nonostante il grande numero di potenziali fattori di rischio e l'alta incidenza di lesioni all'arto inferiore nella popolazione dello studio non è stato possibile identificare un profilo di rischio lesione, probabilmente a causa dell'eterogeneità degli outcome di interesse.<br>Soltanto un deficit di dorsiflessione di caviglia è risultato statisticamente significativo. È necessaria ulteriore ricerca sull'argomento. | NOS: 5/9 |
| 11 | Tabrizi P. et al.   | Studio caso - controllo      | Capire se una diminuzione   | In un ospedale pediatrico è stata misurata la dorsiflessione di caviglia a 82 bambini con   | Un deficit di dorsiflessione predispone ad una lesione di caviglia. Il complesso  | NOS: 6/9 |

|    |  |                                     |  |   |   |                 |
|----|--|-------------------------------------|--|---|---|-----------------|
|    | <p><b>Limited dorsiflexion predisposes to injuries of the ankle in children.</b></p> <p>The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. 2000 Nov;82(8):1103-6.</p>                                |                                     | <p>della dorsiflessione di caviglia secondaria a rigidità della muscolatura del polpaccio è associata ad un aumento d'incidenza delle lesioni alla caviglia nei bambini.</p> | <p>distorsioni o fratture a questa articolazione; il gruppo di controllo consiste in pazienti senza nessun precedente infortunio all'arto inferiore o altre condizioni confondenti, come deformità, interventi chirurgici alla gamba o malattie neuromuscolari. In ciascun gruppo è stata valutata la dorsiflessione passiva sia a ginocchio esteso che flesso a 90°. È emersa una marcata differenza di ROM in dorsiflessione di caviglia tra il gruppo di controllo e gli infortunati. A ginocchio esteso il gruppo di infortunati ha una dorsiflessione media di 5,7° per entrambe le caviglie, rispetto ai 12,8° del gruppo dei sani. Le misurazioni con ginocchio flesso a 90° riportano come valori medi di dorsiflessione 11,2° per il gruppo di infortunati mentre 21,5° per la caviglia sinistra e 21,4° per la destra nel gruppo di controllo. La dorsiflessione nel gruppo di infortunati è inferiore a quella del gruppo di controllo di 7,1° in estensione e 10,3° in flessione. Questi risultati sono statisticamente significativi (p&lt;0,001).</p> | <p>gastrocnemio e soleo se flessibile ed elastico può assorbire le energie tramite la dorsiflessione e prevenire infortuni, mentre un carico improvviso con una restrizione a livello del polpaccio può causare distorsioni o fratture. Si consiglia di sottoporre i bambini con che presentano rigidità a livello del polpaccio a stretching per migliorare la flessibilità della muscolatura.</p>   |                 |
| 12 | <p>Kaufman KR. Et al.</p> <p><b>The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries.</b></p> <p>The American Journal of Sports Medicine. 1999 Sep-Oct;27(5):585-93.</p> | <p>Studio di coorte prospettico</p> | <p>Determinare se esiste un'associazione e tra la struttura del piede e lo sviluppo di lesioni muscoloscheletriche da overuse in soggetti che si sottopongono ad</p>         | <p>È stata condotta un'indagine prospettica di 2 anni sui fattori di rischio che contribuiscono a lesioni da overuse. Sono stati reclutati 449 candidati maschi volontari del Naval Special Warfare Training Center in Colorado, di età compresa tra 18 e 29 anni e che avessero superato un rigoroso test di screening sulle abilità fisiche. Sono state misurate le caratteristiche biomeccaniche dei piedi dei soggetti (ROM di caviglia, dell'articolazione subtalare e le caratteristiche dinamiche e statiche degli archi plantari. I movimenti del piede e della caviglia sono stati misurati</p>  | <p>I risultati dimostrano un'associazione tra struttura del piede e il rischio di infortuni da sovraccarico. In generale, diversi disallineamenti e difetti biomeccanici sembrano avere un ruolo causale nel 58% (239 di 411) degli atleti con lesioni da overuse al tendine d'Achille. Una dorsiflessione di caviglia limitata a ginocchio esteso è associata a tendinopatia Achillea. Questo studio può essere utile per identificare gli atleti ad alta intensità a rischio di infortuni da sovraccarico all'arto inferiore. Ulteriore ricerca, in particolare</p> | <p>NOS: 7/9</p> |

|    |   |                            |  |  |   |   |
|----|---|----------------------------|--|--|---|---|
|    |   |                            | <p>allenamenti fisici ad alta intensità.</p>   | <p>da un fisioterapista tramite un goniometro. Per considerare anche la tensione del muscolo gastrocnemio la dorsiflessione è stata misurata sia a ginocchio esteso (media 13,3°) che flesso a 90 ° (media 20,5°). All'interno della coorte 149 soggetti (33,2%) hanno sofferto di 348 infortuni da overuse agli arti inferiori durante l'allenamento. Gli infortuni più comuni sono stati fratture da stress, sindrome della banda ileotibiale, sindrome femoro-rotulea, tendinite d'Achille e periostite. Il sito più comune di fratture da stress è stata la parte inferiore della gamba (49%), seguita dal piede (39%) e dal femore (12%).</p> <p>Non è stato trovato alcun collegamento significativo tra ROM di caviglia e retropiede e lo sviluppo di fratture da stress, sindrome della banda ileotibiale e sindrome femororotulea.</p> <p>Un'associazione statisticamente significativa è stata trovata invece tra tendinopatia Achillea e gastrocnemio teso, e quindi dorsiflessione di caviglia limitata a ginocchio esteso &lt;11,5° (RR 1,08; P&lt;0,05) e inversione del retropiede aumentata, ossia &gt;32,5° (RR 2,79; P&lt;0,10).</p> | <p>sulle calzature, deve essere fatta per la prevenzione di questi infortuni.</p>   |   |
| 13 | <p>Neely FG.</p> <p><b>Biomechanical risk factors for exercise-related lower limb injuries.</b></p> <p>Sports Medicine (Auckland, N.Z.) 1998 Dec;26(6):395-413.</p> | <p>Revisione narrativa</p> | <p>Analizzare i vari fattori di rischio biomeccanici correlati ad infortuni dell'arto inferiore esercizio-correlati.</p> | <p>Dalla letteratura emerge che una diminuzione del ROM in dorsiflessione di caviglia, causata da rigidità del muscolo gastrocnemio a ginocchio esteso, del soleo, della capsula articolare o da formazioni ossee anormali, è collegata ad un maggior rischio di infortuni all'arto inferiore. I soggetti tendono a compensare il deficit di ROM attraverso una riduzione della lunghezza del passo, sviluppo di ipermobilità in dorsiflessione a livello</p>  | <p>Le evidenze suggeriscono che una limitazione del ROM in dorsiflessione di caviglia così come quella di extrarotazione di anca, eccessiva lassità articolare, asimmetria degli arti inferiori, piede molto pronato o supinato, aumento o diminuzione degli archi plantari e incremento dell'angolo Q sono fattori di rischio significativi per lesioni agli arti inferiori esercizio correlati. Tutti questi fattori biomeccanici</p> | <p>Non disponibile strumento di valutazione della qualità metodologica.</p> |

|    |  |                       |   |  |  |               |
|----|--|-----------------------|---|--|--|---------------|
|    |  |                       |   | <p>retropiede/avampiede, aumento della pronazione e dell'estensione dell'alluce durante la fase di terminal stance.</p> <p>Individui con ridotta dorsiflessione sono 4,6 volte più frequentemente soggetti a frattura da stress; secondo altri autori la correlazione è inesistente o non significativa.</p> <p>Altri fattori di rischio biomeccanici significativi sono limitazione del ROM in extrarotazione di anca, eccessiva lassità articolare, arti inferiori asimmetrici, piede molto pronato o supinato, archi plantari aumentati o diminuiti e incremento dell'angolo Q; non sono invece significativi una limitazione del ROM in plantiflessione di caviglia, ginocchio varo o valgo e rigidità muscolare eccessiva.</p>  | necessitano comunque di ulteriore ricerca e valutazione.   |               |
| 14 | <p>Hamstra-Wright KL et al.</p> <p><b>Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta-analysis.</b></p> <p>Br J Sports Med 2015 Mar;49(6)362–369.</p> | Revisione sistematica | <p>Individuare quali sono i fattori di rischio per lo sviluppo della sindrome da stress mediale tibiale (MTSS) in individui fisicamente attivi.</p> | <p>Sono stati inclusi 21 studi, ricercati in Medline, Cinahl, Embase e Cochrane, che comparano individui attivi con e senza MTSS e analizzano i fattori di rischio per MTSS. Sono stati identificati un totale di 100 fattori di rischio. In confronto al gruppo di controllo, le caratteristiche significativamente associate a MTSS rilevate sono BMI elevato (MD 0,79; p&lt;0,001), maggiore <i>navicular drop</i> (MD 1,9mm; p&lt;0,001), maggiore plantiflessione di caviglia (MD 5,94°; p&lt;0,001) e aumentato extrarotazione di anca (MD 3,95°; p&lt;0,001). Non sono state rilevate differenza tra i due gruppi per quanto riguarda il ROM in dorsiflessione di caviglia (MD -0,01°; p=0,98), l'angolo quadricipitale (MD -0,22°; p=0,54), intrarotazione di anca (MD 0,18°; p=0,95), eversione (MD 1,17°; p=0,06) e inversione (MD 0,98°; p=0,64) di caviglia.</p> | <p>I fattori di rischio primari per lo sviluppo di MTSS in individui fisicamente attivi sembrano essere un aumento del BMI, del <i>navicular drop</i>, del ROM in plantiflessione di caviglia e in extrarotazione di anca. Queste caratteristiche possono guidare i clinici nella prevenzione e nel trattamento della patologia.</p> <p>ROM in dorsiflessione, eversione ed inversione di caviglia, intrarotazione di anca e angolo quadricipitale non sono invece fattori di rischio significativi.</p> | PRISMA: 22/27 |

|    |   |                       |   |  |   |                         |
|----|---|-----------------------|---|--|---|-------------------------|
| 15 | <p>Bell-Jenje T et al.</p> <p><b>The association between loss of ankle dorsiflexion range of movement, and hip adduction and internal rotation during a step down test.</b></p> <p>Man Ther. 2016 Feb;21:256-61.</p>                            | Studio trasversale    | <p>Investigare la relazione tra il ROM in DF di caviglia e l'adduzione e intrarotazione di anca durante lo step-down test con e senza spessore sotto il tallone in una popolazione femminile.</p> | <p>Sono stata reclutate 30 donne sane (età media 20,4 anni), le quali sono state sottoposte allo step-down test prima senza e poi uno spessore sotto al tallone. Tramite un sistema di telecamere e markers sono state misurate la DF di caviglia, l'adduzione e l'intrarotazione di anca della gamba in carico. I soggetti con DF <math>\leq 17^\circ</math> hanno mostrato una maggiore adduzione di anca (<math>p=0,001</math>) rispetto ai soggetti con DF <math>&gt;17^\circ</math> nello step-down test senza spessore; in quello con invece i partecipanti con ridotta DF avevano una minore adduzione in confronto ai soggetti con DF <math>&gt;17^\circ</math> (<math>p=0,008</math>). L'IR era aumentata in entrambi i gruppi nel test con spessore ma con risultato non significativo (<math>p&gt;0,05</math>).</p> | <p>Un deficit di DF di caviglia è associato in maniera significativa ad un'aumentata adduzione di anca nello step-down test. La DF dovrebbe essere presa in considerazione nella valutazione dei pazienti quando è presente un mal allineamento sul piano frontale dell'AI, ad esempio valgismo dinamico di ginocchio.</p>  | NOS: 8/9                |
| 16 | <p>Lebleu J et al.</p> <p><b>Effects of ankle dorsiflexion limitation on lower limb kinematic patterns during a forward step-down test: A reliability and comparative study.</b></p> <p>J Back Musculoskelet Rehabil. 2018;31(6):1085-1096.</p> | Studio trasversale    | <p>Valutare l'influenza di un deficit di DF di caviglia sul pattern di movimento dell'AI durante lo step-down test.</p>   | <p>Sono stati reclutati 42 soggetti sani (età media 22,8 anni), i quali sono stati sottoposti allo step-down test in condizioni sperimentali che limitassero la DF di caviglia. Le misure cinematiche dell'AI sono state valutate tramite un sistema di cattura del movimento. Una limitazione della DF di caviglia diminuisce significativamente il ROM in flessione di ginocchio di <math>3,8^\circ</math>, aumenta la flessione e l'adduzione d'anca rispettivamente di <math>6^\circ</math> e <math>6,1^\circ</math>, aumenta il drop e la rotazione pelvica di <math>3,5^\circ</math> e <math>3,1^\circ</math>; l'effetto sull'intrarotazione d'anca non è significativo.</p>   | <p>Una DF limitata di caviglia influenza il pattern di movimento dell'AI nella popolazione sana per quanto riguarda la flessione di ginocchio, l'adduzione e flessione d'anca, il drop e la rotazione pelvica. Un deficit di questo movimento, spesso presente dopo distorsioni laterali di caviglia, dovrebbe essere tenuto in considerazione durante l'esecuzione dello step-down test per la valutazione della cinematica dell'AI.</p> | NOS: 8/9                |
| 17 | <p>Mason-Mackay AR et al.</p> <p><b>The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics</b></p>   | Revisione sistematica | <p>Esaminare le evidenze relative all'effetto della limitazione della DF di</p>   | <p>Sono stati inclusi 6 studi ricercati in EBSCO; tutti affermano la presenza di una forte correlazione tra deficit di DF e alterata meccanica di atterraggio; c'è evidenza moderata del fatto che una DF limitata non riduca il picco d'angolo in DF durante l'atterraggio e che alteri la cinematica del</p>   | <p>Un deficit della DF di caviglia può alterare la meccanica di atterraggio dell'AI e quindi predisporre gli atleti ad infortuni. Ci sono alcune evidenze di aumento del ROM sul piano frontale di caviglia e ginocchio e del valgismo dinamico mentre di riduzione del ROM sul piano sagittale di anca e</p>   | PRISMA statement: 22/27 |

|  |  |  |   |   |  |  |
|--|--|--|---|---|--|--|
|  | <p><b>during landing: A systematic review.</b></p> <p>J Sci Med Sport. 2017 May;20(5):451-458.</p> |  | <p>caviglia sulla meccanica di atterraggio dell'AI.</p> | <p>ginocchio (riduzione della flessione, aumento del valgismo dinamico) mentre evidenza povera che modifichi la cinematica di caviglia sul piano frontale e quella dell'anca (riduzione del ROM sul piano sagittale).</p> | <p>ginocchio. Effettuare uno screening del ROM di caviglia può aiutare a identificare gli atleti con un rischio aumentato di lesioni all'AI.</p> |  |
|--|--|--|---|---|--|--|

*Tabella 2 Studi inclusi nella tesi*

## 4.DISCUSSIONE

La qualità degli articoli inclusi si è dimostrata essere da accettabile a buona sia per quanto riguarda gli studi osservazionali (tra 5 e 8 stelle su 9) che le revisioni sistematiche (punteggi minimo 17 e massimo 22 su 27).

Dei 17 studi analizzati 6 sono incentrati sugli effetti cinematici e biomeccanici che la limitazione della DF di caviglia può provocare sia in statica che durante l'atterraggio da un salto, mentre 11 su come questo deficit articolare possa contribuire allo sviluppo di diverse patologie dell'arto inferiore, a partire dalle lesioni da non contatto fino ad arrivare a quelle muscolari e da *overuse*.

In generale, i fattori di rischio biomeccanici associati in maniera significativa alle lesioni esercizio correlate degli arti inferiori sono, secondo Neely FG, una limitazione del ROM in dorsiflessione di caviglia così come quella di extrarotazione di anca, eccessiva lassità articolare, asimmetria degli arti inferiori, piede molto pronato o supinato, aumento o diminuzione degli archi plantari e incremento dell'angolo Q (41).

Andando più nello specifico per quanto riguarda gli aspetti cinematici, visibili a confronto nella Tabella 3 sottostante, Fong CM et al. valuta le relazioni tra il range di dorsiflessione di caviglia e la biomeccanica dell'atterraggio; dal momento che l'arto inferiore deve assorbire delle forze quando il piede contatta il suolo dopo un salto, è stato visto che un ampio ROM in dorsiflessione genera una maggiore flessione di ginocchio e minori forze di reazione del terreno, inducendo così una postura collegata a minor rischio di infortunio al LCA (37). Qualcosa di simile è emerso anche nello studio trasversale di Hansberger BL et al. che ha comparato la biomeccanica di atterraggio da un salto monopodalico tra soggetti danzatori e non; i risultati mostrano che tutti i soggetti sono atterrati con una cinematica molto simile per quanto riguarda l'anca e il ginocchio mentre le femmine non danzatrici hanno rivelato durante l'atterraggio un maggiore angolo di eversione e una minore dorsiflessione, misure direttamente associate a maggior rischio di lesione del LCA (42).

Secondo lo studio di Dill KE. et al. per modificare gli schemi di movimenti ad alto rischio, che spesso vengono associati a lesioni da non contatto del LCA, bisogna agire sul miglioramento del ROM di DF di caviglia durante l'affondo in carico; dal suo studio emerge infatti che i soggetti con un maggiore ROM in dorsiflessione di caviglia, valutato attraverso l'affondo in carico, è collegato ad un'aumentata flessione di ginocchio e DF di caviglia durante lo squat overhead e monopodalico ed a un maggiore varismo di ginocchio

| Effetto del deficit di DF sulle varie articolazioni | Salto monopodalico | Step-down test   | Affondo in carico                                  |
|---|--------------------|------------------|--|
| Flessione di ginocchio                              | Diminuita (44)     | Diminuita (38)   | Aumentata nello squat overhead e monopodalico (43) |
| Valgismo dinamico di ginocchio                      | Aumentato (44)     | Aumentato (7)    |  |
| Varismo di ginocchio                                | -                  | -                | Aumentato nello squat monopodalico (43)            |
| Flessione d'anca                                    | Diminuita (44)     | aumentata (38)   | -  |
| Adduzione d'anca                                    | -                  | Aumentata (7,38) | -  |
| Rotazione pelvica                                   | -                  | Aumentata (38)   | -  |
| Drop pelvico  | -                  | Aumentato (38)   | -  |
| Eversione di caviglia                               | Aumentata (44)     | -                | -  |

Tabella 3 Effetto del deficit di DF di caviglia sulle varie articolazioni

solamente durante lo squat monopodalico. La valutazione del ROM di caviglia attraverso affondo in carico rispetto al metodo non in carico fornisce quindi importanti informazioni su come i soggetti modifichino la propria cinematica tramite movimenti compensatori durante lo squat.(43)

Due studi analizzano la relazione tra una limitazione di DF di caviglia e la biomeccanica di atterraggio degli AI tramite lo *step-down test*. Bell-Jenje T et al. tramite una popolazione femminile di 30 soggetti sani, alla quale è stato fatto eseguire lo *step-down test* prima con uno spessore sotto al tallone e poi senza, ha potuto evidenziare che un limite di DF di caviglia è associato in maniera significativa ad una maggiore adduzione di anca che, come è noto, comporta sul piano frontale un cattivo allineamento dell' AI e di conseguenza un valgismo dinamico di ginocchio (7). Lebleu J et al. invece tramite una popolazione maschile di 42 soggetti sani, anch'essa sottoposta allo stesso test di Bell-Jenje con la differenza che la DF di caviglia è stata limitata sperimentalmente, ha potuto confermare che una DF limitata influenza la cinematica dell'AI nella popolazione sana per quanto riguarda la flessione di ginocchio (diminuita), l'adduzione e flessione d'anca, il drop e la rotazione pelvica (aumentati) (38).

Mason-Mackay AR et al. nella sua revisione sistematica parla di come sia utile fare uno screening del ROM di DF di caviglia negli atleti per individuare quelli con rischio maggiore di lesione agli arti inferiori. Vi è infatti una forte correlazione tra deficit di DF e alterato meccanismo di atterraggio da un salto: gli atleti con DF limitata presentano un aumento del valgismo di ginocchio e del ROM sul piano frontale di caviglia e ginocchio mentre una riduzione dell'articolarietà sul piano sagittale di anca e ginocchio (44).

I metodi utili ai fini della valutazione del ROM in dorsiflessione di caviglia emersi dagli studi sono quindi tutti test funzionali, ossia l'affondo in carico, lo *step-down test* e il salto monopodalico. I vantaggi del loro utilizzo sono la facile applicabilità in clinica, tale da renderli degli ottimi strumenti di screening per stratificare la popolazione con aumentato rischio di lesioni ed impostare di conseguenza un programma di prevenzione adeguato, e la possibilità di valutare l'intero arto inferiore in maniera dinamica (5,7,37,38,42–44).

Nello studio di Gabbe BJ et al. del 2004, in cui è stata reclutata una coorte di 126 giocatori di football americano amatoriale, si riscontra come unica relazione significativa quella tra deficit di DF di caviglia ed infortuni agli arti inferiori, nello specifico e in ordine di frequenza lesioni agli ischiocrurali, distorsione laterale di caviglia, lesione cartilaginea del ginocchio, contusione alla coscia e al polpaccio, lesione muscolare del tricipite, lesione legamentosa del ginocchio e dei muscoli inguinali, con maggior prevalenza di lesioni da non contatto (7,5%) avvenute durante un'accelerazione-decelerazione nel 20,2% dei casi e nel 12,8% in un cambio di direzione (45).

L'identificazione dei possibili fattori di rischio per lesioni da non contatto del LCA è stato oggetto di studio di numerosi autori. In aggiunta a quanto emerso dagli articoli di Hansberger BL et al. e Dill KE et al. precedentemente descritti, Amraee D et al. evidenzia, in una popolazione di 53 atleti di sesso maschile, che con un incremento di 1° del ROM di antiversione d'anca ci sarà un aumento corrispondente nella probabilità di un infortunio all'ACL di 1,78 volte (78%) mentre una maggiore rotazione interna d'anca e DF di caviglia (1°) riducono la probabilità rispettivamente del 27,4% e del 37,7%, esercitando quindi un effetto protettivo; i risultati ottenuti dallo studio sono tutti statisticamente significativi (46). Anche Wahlstedt C et al. valuta la DF di caviglia tramite un affondo in carico e propone di utilizzare il test come screening per individuare i soggetti a maggior rischio di lesione del LCA, dal momento che è presente una differenza significativa di ROM tra gli individui infortunati e non (41,1° vs 46,6°) (5).

Secondo Neely FG., la diminuzione di DF di caviglia aumenta di 4,6 volte il rischio di sviluppo di frattura da stress in individui attivi (41), al contrario di quanto studiato da Kaufman KR et al. in una coorte di 449

soggetti maschi sottoposti ad allenamenti ad alta intensità, dove l'associazione non era significativa, così come per la sindrome della banda ileotibiale e femororotulea (6). Una relazione significativa è invece quella tra rischio sviluppo di tendinopatia achillea e gastrocnemio teso, quindi DF limitata ( $<11,5^\circ$ ), aumentato dell'8% (6).

I fattori predisponenti la sindrome da stress mediale tibiale (MTSS), analizzati da Hamstra-Wright KL et al., in individui attivi sono un aumento del BMI, del navicular drop, del ROM in plantiflessione di caviglia e in extrarotazione di anca; in questo caso la DF, eversione ed inversione di caviglia, intrarotazione di anca e angolo quadricipitale non hanno rivelato un'associazione statisticamente significativa (DF  $p=0,98$ ). Secondo l'autore quindi il ROM in DF di caviglia non è in questo caso un fattore utile nell'individuare i soggetti a rischio sviluppo MTSS (47).

La diminuzione di DF può essere considerato, assieme a deficit propriocettivi/di equilibrio, alterazioni posturali e riduzione della forza, un fattore predisponente le distorsioni laterali di caviglia (48). Dallo studio di De Noronha M et al è emerso che soggetti con DF media di  $34^\circ$  hanno un rischio 5 volte maggiore di lesione rispetto a quelli con  $45^\circ$  medi (48). Secondo Tabrizi P et al. una minore DF sia a ginocchio esteso che flessa, causata da restrizioni del muscolo soleo e gastrocnemio, può aumentare significativamente il rischio di distorsioni e fratture nei bambini, dal momento che la mancanza di elasticità rende meno efficiente l'assorbimento di energie tramite la DF se la caviglia viene sottoposta a carico improvviso (49). Henry T et al. ha dimostrato al contrario che nei giocatori di calcio maschi amatoriali possono venire identificati, attraverso uno screening pre stagionale, deficit di forza ed equilibrio, unici parametri associati a maggior rischio di lesione dal momento che la DF di caviglia non è risultata essere collegata in maniera significativa (50).

Per quanto riguarda le lesioni agli ischiocrurali, Gabbe BJ et al. nel 2006 ha pubblicato uno studio condotto su 222 giocatori d'élite di football australiano nel quale è emerso che la DF di caviglia limitata non è associata in maniera significativa ad un rischio aumentato d'infortunio; l'unico fattore di rischio identificato è una lesione dello stesso compartimento muscolare nei 12 mesi precedenti. Si sottolinea comunque l'importanza dello screening del ROM di caviglia per lo sviluppo di programmi preventivi (51).

In una popolazione di 87 runners amatoriali, indagata da Lun V et al., l'infortunio più frequente è la sindrome femororotulea; i soggetti che ne soffrono mostrano una differenza significativa rispetto ai non affetti per quanto riguarda la DF di caviglia, che risulta addirittura aumentata da  $0,3^\circ$  a  $6,1^\circ$ . In questo caso quindi un deficit di ROM, al contrario di tutti gli studi analizzati fino ad ora, si è rivelato essere un fattore protettivo per lo sviluppo della patologia (52).

Un deficit in DF non è stato individuato come fattori di rischio significativo per le patologie dell'arto inferiore da 4 autori, Hamstra-Wright KL et al. per quanto riguarda la MTSS (47), Kaufman KR et al. per fratture da stress e sindrome della banda ileotibiale e femororotulea (6), Henry T et al. in relazione alle distorsioni laterali di caviglia (50) e Gabbe BJ et al. per le lesioni agli ischiocrurali (51).

Effettuare uno screening del ROM in DF di caviglia può quindi aiutare ad identificare gli individui, gli atleti in particolare, con un rischio aumentato di lesioni all'AI (tendinopatia achillea, LCA, distorsioni laterali di caviglia, lesione agli ischiocrurali, tricipite e muscoli inguinali, lesioni cartilaginee del ginocchio, contusione al polpaccio e alla coscia) al fine di inserirli tempestivamente in un adeguato programma di prevenzione, dal momento che l'associazione emersa è significativa (5,6,53,37,41,42,44-46,48,51).

Il deficit di DF di caviglia dovrebbe essere considerato all'interno dei programmi di prevenzioni degli infortuni da non contatto o da sovraccarico degli AAll soprattutto negli atleti, e trattato ad esempio attraverso tecniche manuali per il ROM articolare in DF, stretching per l'estensibilità dei muscoli flessori plantari a livello del polpaccio e l'individuazione di calzature adeguate (6,37,46,49).

Nella Tabella 4 si può apprezzare da un lato l'esistenza o meno di una correlazione tra le varie patologie dell'arto inferiore, analizzate dai singoli studi, e il deficit di DF di caviglia, dall'altro le possibili conseguenze della limitazione articolare sulla cinematica di tutto l'arto inferiore.

| Studi                         | Patologia dell'arto inferiore  | ↑ rischio con deficit di DF |
|-------------------------------|--|-----------------------------|
| Fong CM et al. (37)           | Lesione LCA  | ✓                           |
| Hansberger BL et al. (42)     | Lesione LCA  | ✓                           |
| Dill KE et al. (43)           | Lesione LCA  | ✓                           |
| Amraee D et al. (46)          | Lesione LCA  | ✓                           |
| Wahlstedt C et al. (5)        | Lesione LCA  | ✓                           |
| Neely FG (41)                 | Frattura da stress   | ✓                           |
| Mason-Mackay AR et al. (44)   | Infortuni in generale dell'arto inferiore  | ✓                           |
| Gabbe BJ et al. 2004 (45)     | Infortuni in generale dell'arto inferiore (lesioni agli ischiocrurali, distorsione laterale di caviglia, lesione cartilaginea del ginocchio, contusione al quadricipite e al tricipite surale, lesione muscolare del tricipite, lesione legamentosa del ginocchio e dei muscoli inguinali) | ✓                           |
| De Noronha M et al. (48)      | Distorsione laterale di caviglia   | ✓                           |
| Tabrizi P et al. (49)         | Distorsione laterale di caviglia, fratture   | ✓                           |
| Henrt T et al. (50)           | Distorsione laterale di caviglia   | ✗                           |
| Hamstra-Wright KL et al. (47) | Sindrome da stress mediale tibiale   | ✓                           |
| Kaufman KR et al. (6)         | Sindrome femororotulea   | ✗                           |
| Lun V et al. (52)             | Sindrome femororotulea   | ✗                           |
| Gabbe BJ et al. 2006 (51)     | Lesione degli ischiocrurali  | ✗                           |
| Kaufman KR et al. (6)         | Sindrome della banda ileotibiale   | ✗                           |
| Kaufman KR et al. (6)         | Tendinopatia achillea  | ✓                           |

Tabella 4 Collegamento tra deficit di DF e rischio patologia nei vari studi

## 5.CONCLUSIONI

In base a quanto emerso dai vari studi si può affermare che un deficit di dorsiflessione di caviglia influenza la cinematica dell'arto inferiore durante l'esecuzione di attività funzionali dinamiche. Nello step-down test si osserva minore flessione di ginocchio e maggiore valgismo dinamico di ginocchio, flessione e adduzione d'anca, rotazione e drop pelvico aumentati. Nell'atterraggio da un salto monopodalico una ridotta flessione di anca e di ginocchio ma un aumento di valgismo dinamico di ginocchio ed eversione di caviglia. Se invece nell'affondo in carico si osserva una ridotta dorsiflessione di caviglia allora durante l'esecuzione dello squat overhead o monopodalico si osserverà una maggiore flessione di ginocchio ed un incremento di varismo, sempre di ginocchio, soltanto nello squat monopodalico. Questi tre test funzionali sono quindi utili come strumenti di screening per individuare un possibile sottogruppo di soggetti con aumentato rischio di lesioni ed impostare di conseguenza un programma di prevenzione adeguato.

Un'associazione positiva è stata riscontrata anche per quanto riguarda la limitazione della DF di caviglia e lo sviluppo di lesioni a carico dell'arto inferiore. Due studi affermano la presenza di un rischio significativamente aumentato d'infortuni dell'arto inferiore, che comprendono lesioni agli ischiocrurali, distorsione laterale di caviglia, lesioni cartilaginee del ginocchio, contusione al quadricipite e al tricipite surale, lesione muscolare del tricipite, lesione legamentosa del ginocchio e dei muscoli inguinali; in ben cinque studi è presente un aumento del rischio di lesione del LCA, in due di distorsione laterale di caviglia, in uno di sindrome da stress mediale tibiale ed infine in uno di tendinopatia achillea. Cinque articoli negano invece l'esistenza di una correlazione tra deficit di DF e patologie come distorsione laterale di caviglia, sindrome femororotulea, della banda ileotibiale e lesione degli ischiocrurali.

Effettuare uno screening del ROM in DF di caviglia potrebbe aiutare a identificare i soggetti, soprattutto atleti, con rischio aumentato di sviluppo degli infortuni da non contatto o da sovraccarico degli arti inferiori, al fine di inserirli in un adeguato programma di prevenzione che miri a correggere questa limitazione attraverso tecniche manuali.

## **6.LIMITI**

La presente revisione ha sicuramente dei limiti: la scarsità di studi relativi ad aspetti biomeccanici che correlino il deficit di DF di caviglia alla cinematica dell'arto inferiore e la bassa qualità di quelli trovati, dal momento che si tratta di analisi descrittivi di laboratorio; l'eterogeneità degli articoli relativi all'associazione tra limitazione articolare e patologie dell'arto inferiore, in quanto sono presenti differenze tra le coorti di soggetti reclutati, i metodi di valutazione della DF, la tipologia di lesione dell'arto inferiore indagata e la durata dei follow-up; infine il processo di ricerca, selezione e valutazione degli articoli è stato condotto da un solo autore.

Dai risultati della revisione emerge la necessità di ulteriore ricerca sull'argomento, soprattutto per quanto riguarda l'associazione tra il deficit di DF e le lesioni dell'arto inferiore, al fine di ottenere dei dati statistici di peso maggiore utili a identificare i soggetti a rischio ed inserirli tempestivamente in programmi preventivi adeguati.

## 6.BIBLIOGRAFIA

1. Noehren B, Barrance PJ, Pohl MP DI. A comparison of tibiofemoral and patellofemoral alignment during a neutral, and valgus single leg squat: an MRI study. *Knee* 2012; 19(4): 380-6.
2. Sharir R, Rafeeuddin R, Staes F, Dingenen B, George K V-412, renterghem J et al. Mapping current research trends on ante rior cruciate ligament injury risk against the existing evidence: In vivo biomechanical risk factors. *Clin Biomech* 2016; (37):34-43.
3. Wang L. Lower extremity stiffness modulation: Effect of impact load of a landing task from different drop heights. *Int Sport Journal* 2009; 10(4) 186-193.
4. Backman LJ and PD. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players. *Am J Sport Med* 2011;39(12): 2626-2633.
5. Wahlsteadt C and ER-B. Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 2014; 23(11):3202-7.
6. Kaufman, K.R., S.K. Brodine, R.A. Shaffer et al. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sport Med* 1999; 27(5):585-593.
7. Bell-jenje T, Olivier B, Wood W, Rogers S, Green A, Mckinon W. The association between loss of ankle dorsi fl exion range of movement , and hip adduction and internal rotation during a step down test. *Man Ther* 2015;(46)11:1002–9.
8. Rome K. Ankle joint dorsiflexion measurement studies: a review of the literature. *J Am Pediatr Med Assoc* 1996;(85)5:205-11.
9. Lindsjo U, Danckwardt-Lilliestrom G SB. Measurement of the motion range in the loaded ankle. *Clin Orthop* 1985;(199):68-71.
10. Root ML, Orien WP WJ. Normal and abnormal function of the foot. *Los Angeles Clin Biomech Corp* 1977;(59)3:127-63.
11. Subotnick SI. Normal biomechanics and clinical biomechanics. In: Subotnick SI, editor. *Sports medicine of the lower extremity*. New York Churchill Livingstone 1989;129-69.
12. Gross MT. Lower quarter screening for skeletal malalignment – suggestions for orthotics and footwear. *Foot/Ankle Ther Res* 1995;(21):389-405.
13. Clement DB, Taunton JE, Smart GW et al. A survey of overuse running injuries. *Phys Sport* 1981; 947–58.
14. James SL, Bates BT OL. Injuries to runners. *Am J Sport Med* 1978; 640–9.
15. Sutton KM BJ. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21(1)41–50.
16. Hewett TE, Myer GD, Ford KR et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sport Med* 2005;33(4):492–501.
17. Liederbach M, Dilgen FE RD. Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers: a 5-year prospective study. *Am J Sport Med* 2008;36(9):1779–1788.
18. Kirkendall DT GWJ. The anterior cruciate ligament enigma: injury mechanisms and prevention. *Clin Orthop Rel Res* 2000;(37):264–68.

19. Kovacs I, Tihanyi J, Devita P, Racz L, Barrier J HT. Foot placement modifies kinematics and kinetics during drop jumping. *Med Sci Sport Exerc* 1999;31(5):708–716.
20. Hewett TE, Torg JS BB. Video analysis of trunk and knee motion during noncontact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sport Med* 2009; (43)6:417–422.
21. Yu B, Lin CF GW. Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. *Clin Biomech* 2006; 21(3):297–305.
22. Peters JW, Trevino SG RP. Chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle* 1991; (12):182–191.
23. Ryan L. Mechanical stability, muscle strength, and proprioception in the functionally unstable ankle. *Aust J Physiother* 1994; (40)1:41–7.
24. Beynon BD, Murphy DF AD. Predictive factors for lateral ankle sprains: A literature review. *J Athl Train* 2002;(37)4:376–80.
25. Caulfield B. Functional instability of the ankle. Features and underlying causes. *Physiother* 2000; (86): 401–411.
26. Quirk R. Common foot and ankle injuries in dance. *Orthop Clin North Am* 1994;(25):123-33.
27. Wiesler ER, Hunter DM, Martin DF, Curl WW HH. Ankle flexibility and injury patterns in dancers. *Am J Sport Med* 1996;(24):754-7.
28. Fong DT, Chan YY, Mok KM et al. Fong DT, Chan YY, Mok KM, et al. Understanding acute ankle ligamentous sprain injury in sports. *Sport Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2009; 1-14.
29. Hawkins RD FC. A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sport Med* 1999;(33):196–203.
30. Lopes AD, Hespanhol LC Jr, Yeung SS et al. What are the main running-related musculoskeletal injuries? A systematic review. *Sport Med* 2012;(42):891–905.
31. Yates B WS. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *Am J Sport Med* 2004;(32):772–80.
32. Craig DI. Current developments concerning medial tibial stress syndrome. *Phys Sport Med* 2009;(37):39–44.
33. Franklyn M, Oakes B, Field B et al. Section modulus is the optimum geometric predictor for stress fractures and medial tibial stress syndrome in both male and female athletes. *Am J Sport Med* 2008;(36):1179–89.
34. Nakagawa TH, Moriya ET, Maciel CD SF. Test-retest reliability of three-dimensional kinematics using an electro- magnetic tracking system during single-leg squat and stepping maneuver. *Gait Posture* 2014; 39(1):141-6.
35. Rabin A, Portnoy S KZ. The Association of Ankle Dorsiflexion Range of Motion With Hip and Knee Kinematics During the Lateral Step-down Test. *J Orthop Sport Phys Ther* 2016; 46(11):1002-9.
36. Wood W, Rogers S, Green A MW. Bell-Jenje T, Olivier B, The association between loss of ankle dorsiflexion range of movement, and hip adduction and internal rotation during a step down test. *Man Ther* 2016; (21):256-61.
37. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train* 2011; (46)1:5-10.

38. Lebleu J, Mahaudens P, Pitance L, Roclat A, Briffaut JB, Detrembleur C, et al. Effects of ankle dorsiflexion limitation on lower limb kinematic patterns during a forward step-down test: A reliability and comparative study. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2018;31(6):1085–96.
39. Wells GA, Shea B, O’Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M et al. The Newcastle–Ottawa Scale (NOS) for Assessing the Quality of Non-Randomized Studies in Meta-Analysis. Ottawa Hosp Res Institute 2000.
40. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group TP. Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi : il PRISMA Statement. 2015;7(6).
41. Neely FG. Biomechanical risk factors for exercise-related lower limb injuries. *Sports Medicine* 1998; 26(6):395-413.
42. Hansberger BL, Acocello S, Slater L V., Hart JM, Ambegaonkar JP. Peak Lower Extremity Landing Kinematics in Dancers and Nondancers. *J Athl Train.* 2018;53(2):10–5.
43. Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train.* 2014;49(6):723–32.
44. Mason-Mackay AR, Whatman C, Reid D. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. *J Sci Med Sport.* 2017;20(5):451–8.
45. Gabbe BJ, Finch CF, Wajswelner H, Bennell KL. Predictors of Lower Extremity Injuries at the Community Level of Australian Football. 2004;14(2):56–63.
46. Amraee D, Alizadeh MH, Minoonejhad H, Razi M, Amraee GH. Predictor factors for lower extremity malalignment and non-contact anterior cruciate ligament injuries in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy: official journal of the ESSKA.* 2017 May; 25(5):1625-1631.
47. Hamstra-Wright KL, Bliven KC, Bay C. Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sport Med* 2015 Mar;49(6):362–369.
48. Noronha M De, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL. Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain?. *Br J Sports Med* 2006; (40)10:824–8.
49. Tabrizi P, McIntyre WMJ, Quesnel MB, Howard AW. Limited dorsiflexion predisposes to injuries of the ankle in children. 2000;(82):8–11.
50. Henry T, Evans K, Snodgrass SJ, Miller A, Callister R. Risk Factors for Noncontact Ankle Injuries in Amateur Male Soccer Players : A Prospective Cohort Study. 2016;26(3):251–8.
51. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF, Wajswelner H, Orchard JW. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. 2006;(16)1:7–13.
52. Lun V, Meeuwisse WH, Stergiou P, Stefanyshyn D. Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. *Br J Sports Med.* 2004;38(5):576–80.
53. Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. Altered Knee and Ankle Kinematics During Squatting in Those With Limited Weight-Bearing–Lunge Ankle- Dorsiflexion Range of Motion. 2014;49(6):723–32.

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE  
CASE CONTROL STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

**Selection**

- 1) Is the case definition adequate?
  - a) yes, with independent validation \*
  - b) yes, eg record linkage or based on self reports
  - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
  - a) consecutive or obviously representative series of cases \*
  - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
  - a) community controls \*
  - b) hospital controls
  - c) no description
- 4) Definition of Controls
  - a) no history of disease (endpoint) \*
  - b) no description of source

**Comparability**

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (Select the most important factor.) \*
  - b) study controls for any additional factor \* (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

**Exposure**

- 1) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) \*
  - b) structured interview where blind to case/control status \*
  - c) interview not blinded to case/control status
  - d) written self report or medical record only
  - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
  - a) yes \*
  - b) no
- 3) Non-Response rate
  - a) same rate for both groups \*
  - b) non respondents described
  - c) rate different and no designation

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE  
COHORT STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

**Selection**

- 1) Representativeness of the exposed cohort
  - a) truly representative of the average \_\_\_\_\_ (describe) in the community \*
  - b) somewhat representative of the average \_\_\_\_\_ in the community \*
  - c) selected group of users eg nurses, volunteers
  - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
  - a) drawn from the same community as the exposed cohort \*
  - b) drawn from a different source
  - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) \*
  - b) structured interview \*
  - c) written self report
  - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
  - a) yes \*
  - b) no

**Comparability**

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (select the most important factor) \*
  - b) study controls for any additional factor \* (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

**Outcome**

- 1) Assessment of outcome
  - a) independent blind assessment \*
  - b) record linkage \*
  - c) self report
  - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
  - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) \*
  - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
  - a) complete follow up - all subjects accounted for \*
  - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost -> \_\_\_\_ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) \*
  - c) follow up rate < \_\_\_\_ % (select an adequate %) and no description of those lost
  - d) no statement

## Allegato C

### **SI Text** **NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE** (adapted for cross sectional studies)

#### **Selection:** (Maximum 5 stars)

- 1) Representativeness of the sample:
  - a) Truly representative of the average in the target population. \* (all subjects or random sampling)
  - b) Somewhat representative of the average in the target population. \* (non-random sampling)
  - c) Selected group of users.
  - d) No description of the sampling strategy.
- 2) Sample size:
  - a) Justified and satisfactory. \*
  - b) Not justified.
- 3) Non-respondents:
  - a) Comparability between respondents and non-respondents characteristics is established, and the response rate is satisfactory. \*
  - b) The response rate is unsatisfactory, or the comparability between respondents and non-respondents is unsatisfactory.
  - c) No description of the response rate or the characteristics of the responders and the non-responders.
- 4) Ascertainment of the exposure (risk factor):
  - a) Validated measurement tool. \*\*
  - b) Non-validated measurement tool, but the tool is available or described. \*
  - c) No description of the measurement tool.

#### **Comparability:** (Maximum 2 stars)

- 1) The subjects in different outcome groups are comparable, based on the study design or analysis. Confounding factors are controlled.
  - a) The study controls for the most important factor (select one). \*
  - b) The study control for any additional factor. \*

#### **Outcome:** (Maximum 3 stars)

- 1) Assessment of the outcome:
  - a) Independent blind assessment. \*\*
  - b) Record linkage. \*\*
  - c) Self report. \*
  - d) No description.
- 2) Statistical test:
  - a) The statistical test used to analyze the data is clearly described and appropriate, and the measurement of the association is presented, including confidence intervals and the probability level (p value). \*
  - b) The statistical test is not appropriate, not described or incomplete.

## PRISMA Statement 2009. Checklist

| Checklist degli Item da includere nel reporting di revisione sistematica o meta-analisi |         |  |                       |
|---|---------|--|-----------------------|
| Sezione/argomento   | N° Item | Item della checklist   | Riportato a pagina n° |
| <b>Titolo</b>   |         |  |                       |
| Titolo  | 1       | Identificare l'articolo come revisione sistematica, meta-analisi o entrambe  |                       |
| <b>Abstract</b>   |         |  |                       |
| Abstract strutturato  | 2       | Fornire un abstract strutturato che includa, a seconda del caso: background, obiettivi, fonti dei dati, criteri di eleggibilità degli studi, partecipanti, interventi, metodi per la valutazione e la sintesi degli studi, risultati, limiti, conclusioni e implicazioni dei risultati principali, numero di registrazione della revisione sistematica |                       |
| <b>Introduzione</b>   |         |  |                       |
| Razionale   | 3       | Descrivere il rationale della revisione nel contesto delle conoscenze già note   |                       |
| Obiettivi   | 4       | Specificare i quesiti della revisione utilizzando lo schema PICO: Partecipanti, Interventi, Confronti, Outcome e disegno di Studio   |                       |
| <b>Metodi</b>   |         |  |                       |
| Protocollo e registrazione  | 5       | Indicare se esiste un protocollo della revisione, dove può essere consultato (ad es. un indirizzo web) e, se disponibili, fornire le informazioni relative alla registrazione, incluso il numero di registrazione  |                       |
| Criteri di eleggibilità   | 6       | Specificare le caratteristiche dello studio (es. PICO, durata del follow-up) e riportare quelle utilizzate come criteri di eleggibilità (es. gli anni considerati, la lingua e lo status di pubblicazione), riportando le motivazioni  |                       |
| Fonti di informazione   | 7       | Descrivere tutte le fonti di informazione della ricerca (es. database con l'intervallo temporale coperto, contatti con gli autori per identificare ulteriori studi), riportando la data dell'ultima ricerca effettuata   |                       |
| Ricerca   | 8       | Riportare la strategia di ricerca bibliografica completa per almeno un database, includendo tutti i filtri utilizzati, per garantirne la riproducibilità   |                       |
| Selezione degli studi   | 9       | Specificare il processo di selezione degli studi (es. screening, eleggibilità, inclusione nella revisione sistematica e, se applicabile, nella meta-analisi)   |                       |
| Processo di raccolta dati   | 10      | Descrivere il metodo per l'estrazione dei dati dai report (es. moduli guidati), indipendentemente, in doppio e ogni processo per ottenere e confermare i dati dai ricercatori  |                       |
| Caratteristiche dei dati  | 11      | Identificare e definire tutte le variabili per le quali i dati sono stati cercati (es. PICO, fonti di finanziamento) e ogni assunzione e semplificazione effettuata  |                       |
| Rischio di bias nei singoli studi   | 12      | Descrivere i metodi utilizzati per valutare il rischio di bias in ai singoli studi (prestando se la valutazione è stata fatta a livello di studio o di outcome) e come questa informazione è utilizzata nella sintesi dei dati   |                       |
| Misure di sintesi   | 13      | Indicare le principali misure di sintesi (es. risk ratio, differenza tra medie)  |                       |
| Sintesi dei risultati   | 14      | Descrivere i metodi per gestire i dati e combinare i risultati degli studi, se applicabile, includendo misure di consistenza (es. I <sup>2</sup> ) per ciascuna meta-analisi   |                       |
| Rischio di bias tra gli studi   | 15      | Specificare qualsiasi valutazione del rischio di bias che può influire sulla stima cumulativa (es. bias di pubblicazione, reporting selettivo tra gli studi)   |                       |
| Analisi aggiuntive  | 16      | Descrivere i metodi delle eventuali analisi aggiuntive (es. analisi di sensibilità o per sottogruppi, meta-regressione), indicando quali erano predefinite   |                       |
| <b>Risultati</b>  |         |  |                       |
| Selezione degli studi   | 17      | Ripartire, idealmente con un diagramma di flusso, il numero degli studi esaminati, valutati per l'eleggibilità e inclusi nella revisione, con le restrizioni per le esclusioni a ogni step   |                       |
| Caratteristiche degli studi   | 18      | Ripartire per ciascuno studio le caratteristiche per le quali i dati sono stati estratti (es. dimensione dello studio, PICO, durata del follow-up) e fornire la citazione bibliografica  |                       |
| Rischio di bias negli studi   | 19      | Presentare i dati relativi al rischio di bias di ogni studio e, se disponibile, qualunque valutazione effettuata a livello di outcome (Item 12)  |                       |
| Risultati dei singoli studi   | 20      | Per tutti gli outcome considerati (benefici o rischi), riportare per ogni studio: (a) un semplice riassunto dei dati per ciascun gruppo di intervento e (b) stime dell'effetto e limiti di confidenza, idealmente utilizzando un forest plot   |                       |
| Sintesi dei risultati   | 21      | Ripartire i risultati di ogni meta-analisi effettuata, includendo limiti di confidenza e misure di consistenza   |                       |
| Rischio di bias tra gli studi   | 22      | Presentare i risultati di qualsiasi valutazione del rischio di bias tra gli studi (Item 15)  |                       |
| Analisi aggiuntive  | 23      | Fornire i risultati di eventuali analisi aggiuntive (es. analisi di sensibilità o per sottogruppi, meta-regressione) (Item 16)   |                       |
| <b>Discussione</b>  |         |  |                       |
| Sintesi delle evidenze  | 24      | Riassumere i principali risultati includendo la forza delle evidenze per ciascun outcome principale; considerare la loro rilevanza per categorie rilevanti di stakeholders (es. professionisti sanitari, pazienti e policy-makers)   |                       |
| Limiti  | 25      | Discutere i limiti a livello di studio e di outcome (es. il rischio di bias e a livello di revisione (es. riferimento parziale degli studi identificati, reporting bias)   |                       |
| Conclusioni   | 26      | Fornire un'interpretazione generale dei risultati nel contesto delle altre evidenze, e riportare le implicazioni per la ricerca futura   |                       |
| <b>Finanziamento</b>  |         |  |                       |
| Fonti di finanziamento  | 27      | Identificare le fonti di finanziamento della revisione sistematica e altri eventuali supporti (es. la fornitura di dati) e il ruolo del finanziatori per la revisione sistematica  |                       |