



Università degli Studi di Genova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

**Master in Riabilitazione dei Disordini
Muscoloscheletrici**

Campus Universitario di Savona

Anno accademico 2012-2013

**L'importanza del controllo
neuromuscolare
dell'anca nella riabilitazione
delle distorsioni di caviglia.**

Candidato:

Dott.ssa Ft Stefania Wolf

Relatore:

Dott.ssa Ft OMT Sara Brunetin

INDICE

ABSTRACT	pag 1
1. PRESUPPOSTI TEORICI	pag 3
1.1 LA DISTORSIONE DI CAVIGLIA	pag 3
1.1.1 Epidemiologia, meccanismo traumatico, classificazione, segni e sintomi, conseguenze	pag3
1.2 INSTABILITÀ CRONICA DI CAVIGLIA	pag 4
1.2.1 Definizione, sintomi, classificazione e cause	pag 4
1.2.2 Forza muscolare e instabilità cronica di caviglia	pag 5
1.2.3 Controllo motorio e instabilità cronica di caviglia	pag 5
1.3 FUNZIONALITÀ DELL'ANCA E INSTABILITÀ CRONICA DI CAVIGLIA	pag 7
1.4 SCOPO	pag 8
2. MATERIALI E METODI	pag 9
2.1 STRATEGIE DI RICERCA	pag 9
2.2 CRITERI DI SELEZIONE	pag 9
2.3 FLOWCHART ARTICOLI	pag 10
3. RISULTATI	pag 11
3.1 SELEZIONE DEGLI ARTICOLI	pag 11
3.2 DATI EMERSI IN LETTERATURA	pag12
4. DISCUSSIONE	pag 17
4.1 ANALISI DELLA METODOLOGIA DEGLI STUDI	pag 17
4.1.1 Campione di studio	pag 17
4.1.1.1 <i>Selezione del campione di studio</i>	pag 17
4.1.1.2 <i>Caratteristiche demografiche del campione di studio</i>	pag 18

4.1.1.3	<i>Dimensioni del campione</i>	pag 19
4.1.1.4	<i>Trattamento svolto dal gruppo di studio a seguito della distorsione acuta di caviglia</i>	pag 19
4.1.2	Gruppo di controllo	pag 20
4.1.3	PARAMETRI ANALIZZATI	pag 20
4.1.4	STRUMENTI DI VALUTAZIONE	pag 22
4.2	ANALISI DEI RISULTATI DEGLI STUDI	pag 24
4.2.1	Parametri indagati	pag 24
4.2.1.1	<i>Forza muscolare</i>	pag 24
4.2.1.2	<i>Attivazione muscolare</i>	pag 25
4.2.2	Interpretazione dei risultati da parte degli autori	pag 27
4.3	IMPLICAZIONI RIABILITATIVE	pag 28
4.4	LIMITI	pag 30
4.5	FUTURE RICERCHE	pag 30
5.	CONCLUSIONE	pag 32
6.	BIBLIOGRAFIA	pag 33

ABSTRACT

Presupposti teorici: La sola presenza di deficit nel distretto della caviglia non spiega CAI, infatti la letteratura riporta risultati contrastanti in merito. Vari autori si sono concentrati nella ricerca di altre correlazioni che contribuiscano a rendere più chiaro questo fenomeno, tra cui: caratteristiche del soggetto, alterazioni sensoriali, controllo posturale statico e dinamico e sinergia tra le articolazioni dell'arto inferiore. Questa tesi si concentra sull'ipotetico ruolo dell'anca nella genesi di CAI. Considerando il concetto di interdipendenza regionale e l'importante attività stabilizzatrice dell'anca, una sua performance alterata potrebbe avere conseguenze sulla funzionalità della caviglia.

Obiettivo dello studio. Lo scopo della tesi è ricercare in letteratura la conferma della presenza di parametri alterati nel distretto dell'anca, in soggetti con anamnesi positiva per distorsione di caviglia ed evidenze a supporto dell'utilizzo in riabilitazione di esercizi, mirati all'ottimizzazione del controllo neuromuscolare della stessa, per migliorare la funzionalità dell'arto inferiore e ridurre il rischio di recidive.

Materiali e metodi. È stata svolta una ricerca nella banca dati on-line PubMed nel periodo tra ottobre 2013 e aprile 2014, con la seguente stringa di ricerca: *"hip AND (ankle sprain OR ankle inversion injury OR chronic ankle instability) AND (rehabilitation OR physiotherapy OR manual therapy OR prevention OR education OR exercise OR muscle strengthening OR rom impairment OR lower limb alignment OR body balance OR postural stability OR return to sport) NOT (brain injury OR stroke OR anterior cruciate ligament OR surgery OR peripheral neuropathy OR rheumatologic disease OR spinal injury)"*. È stato imposto esclusivamente il limite di lingua (inglese o italiana). I criteri di inclusione degli studi sono stati: soggetti con anamnesi di distorsione di caviglia o CAI e valutazione e/o trattamento in essi di deficit dell'anca.

Risultati. Sono stati selezionati 13 articoli. I parametri relativi ai deficit dell'anca indagati sono stati: forza, latenza e intensità di attivazione muscolare e ordine del pattern di attivazione muscolare. Gli studi si sono dimostrati poco omogenei tra loro nella metodologia usata (caratteristiche del campione di soggetti di studio, parametri, strumenti e modalità di valutazione), per cui i risultati sono stati poco confrontabili. Nei soggetti con CAI rispetto ai sani sono effettivamente emerse alterazioni nel distretto dell'anca, specialmente una diminuzione di forza significativa della muscolatura abducentoria. Si sono rilevate delle differenze significative

anche negli altri parametri, ma, a causa di muscoli indagati e situazioni valutative di volta in volta differenti, non è possibile una sintesi concreta. I deficit rilevati sembrano essere presenti in entrambi gli arti dei soggetti con CAI.

Conclusioni. Sono stati effettivamente rilevate alterazioni dei parametri relativi ai deficit di anca in soggetti con CAI. Una scorretta percezione ed elaborazione sensoriale è considerata l'elemento chiave per spiegare l'esistenza di questa relazione. In riabilitazione è necessario integrare nella valutazione e trattamento di distorsione di caviglia e CAI il distretto dell'anca, nell'ottica di ripristinare in modo ottimale la performance dell'arto inferiore, inteso come unità funzionale. È consigliato integrare tra gli obiettivi del trattamento tradizionale il raggiungimento di un'ottimale performance della muscolatura glutea, la rieducazione di un corretto schema del passo e la capacità di far fronte a situazioni motorie che richiedono elevate capacità di coordinazione ed equilibrio.

1.

PRESUPPOSTI TEORICI

1.1 LA DISTORSIONE DI CAVIGLIA

1.1.1 EPIDEMIOLOGIA, MECCANISMO TRAUMATICO, CLASSIFICAZIONE, SEGNI E SINTOMI, CONSEGUENZE.

Con distorsione di caviglia (LAS) si intende lo stiramento o lesione legamentosa causato da un'abnorme o eccessiva forza applicata all'articolazione, senza dislocazione o frattura ⁽¹⁾.

Ha un'incidenza annua del 2,5% ⁽²⁾, corrisponde al 10-30 % di tutte le lesioni sportive ⁽³⁾ ed è frequente in quelle discipline che implicano alta velocità e movimenti impattanti, come il salto ⁽⁴⁾. Tra le distorsioni di caviglia il 70-85% di esse avviene con meccanismo in inversione ⁽¹⁾, l'1-11% porta a lesioni della sindesmosi e il 10-15% avviene in eversione; in questo studio ci si concentrerà principalmente sulle prime.

In letteratura esistono vari criteri di classificazione di distorsione in inversione di tibio-tarsica (LAS); ad esempio Safran le distingue in ⁽¹⁾:

- I grado, o lievi: torsione di alcune fibre legamentose, minima emorragia, no lassità e instabilità residua, funzionalità e forza conservate;
- II grado, o moderate: lesione incompleta del legamento, media lassità e instabilità, leggera riduzione di funzionalità e forza e potenziale perdita di propriocezione;
- III grado o severe: completa rottura legamentosa, importante lassità e instabilità, potenzialmente completa perdita di funzionalità, forza e propriocezione.

I cambiamenti clinici più eclatanti sono l'emorragia locale e l'edema, ma ve ne sono altri non evidenti in maniera immediata all'osservazione. La lesione legamentosa, ad esempio, vede compromessi in successione: il legamento peroneo astragalico anteriore (ATFL), la capsula antero-laterale e il legamento tibio-peroneale inferiore. Se la forza in inversione prosegue si ha, inoltre, la lesione del peroneo calcaneare (CFL) e del peroneo astragalico posteriore. Possono essere associate a dislocazione della caviglia, avulsione del malleolo laterale o frattura a spirale, frattura del malleolo mediale, frattura del collo dell'astragalo o da compressione mediale. Le lesioni di III grado nel 65% dei casi comportano una lesione isolata del ATFL e nel 20% bi legamentosa di ATFL e CFL ⁽¹⁾.

Alcuni autori hanno evidenziato anche la presenza di una compromissione nervosa, rilevata elettromiograficamente, post LAS nei nervi peroneo e tibiale, con frequenza in lesioni di II grado rispettivamente di 17% e 10% e in lesioni di III grado di 86% e 80% ⁽⁵⁾.

Le lesioni comuni come le distorsioni sono considerate spesso traumi localizzati e non complicati, sottovalutando a volte le disfunzioni conseguenti, riguardanti e non, la caviglia ⁽⁵⁾. In realtà, la durata media di presenza di disabilità in LAS di III grado va da 4,5 a 6 settimane e solo il 25-60 % dei pazienti non lamenta sintomi dopo 1-4 anni dalla lesione, nonostante una disabilità severa sia rara ^(1,5,6); in particolare l'80% va incontro a lesioni ricorrenti ^(3,7,8) e il 10-30 % sviluppa instabilità meccanica cronica ^(5,6). Le distorsioni di caviglia causano maggior restrizione di partecipazione rispetto a qualsiasi altra patologia sportiva⁽³⁾, con conseguenze importanti sui costi per la loro gestione e trattamento ⁽⁸⁾.

1.2 INSTABILITÀ CRONICA DI CAVIGLIA

1.2.1 DEFINIZIONE, SINTOMI, CLASSIFICAZIONE E CAUSE

È chiamata instabilità cronica di caviglia (CAI) l'alterazione della funzione dovuta ai continui insulti dati dalle recidive all'integrità strutturale, con deficit di controllo neuromuscolare e di stabilità meccanica; sintomi sia percepiti dal soggetto, sia osservati nella valutazione clinica ^(5,8).

La presenza di CAI porta a: frequenti distorsioni⁽¹⁾, sviluppo di dolore residuo ^(1,3,9), dolorabilità ⁽¹⁾, gonfiore ⁽¹⁾ sensazione di cedimento^(1,3,9), debolezza ⁽¹⁾, disabilità^(3,9), difficoltà/incapacità di correre su qualsiasi superficie e saltare ⁽¹⁾.

A seconda di quale sia la causa primaria di CAI essa si distingue in: meccanica (MAI), funzionale (FAI) ^(4,9) o entrambe ⁽⁴⁾. La prima è determinata da: lassità patologica, alterazioni strutturali artrocinematiche, processi degenerativi e sinovite cronica. FAI, invece, è la conseguenza di: anomala propriocezione, alterato controllo neuromuscolare, deficit di forza, diminuito senso di posizione ^(4,9) e alterata funzionalità⁽⁴⁾.

MAI e FAI vengono spesso considerate cause dicotomiche di CAI, poiché non esiste tuttora un metodo standardizzato che le distingua ^(4,9), ma la relazione tra le due non è ancora emersa chiaramente e non vi è un sistema di classificazione valido che ne determini il grado di severità ⁽⁴⁾. Ci si concentra piuttosto sulla presenza o meno di CAI e le differenze tra i soggetti che ne sono affetti o meno. Forse è anche per questa troppo larga associazione di condizioni, in realtà diverse, che, come si vedrà in seguito, le conclusioni degli studi sono spesso ambigue ⁽⁴⁾.

Data l'alta frequenza con cui si presenta CAI è importante considerarne subito la prevenzione in soggetti con distorsione acuta di caviglia e ricercarla in soggetti con recidive ricorrenti e/o sintomi tipici, per effettuare una programmazione migliore dell'intervento riabilitativo ⁽⁷⁾. Per garantire al paziente il ritorno alle sue attività di vita quotidiana e sportive precedenti al trauma, è importante prevenire recidive e sintomi di CAI, indagando quali siano le cause che la

determinano e il loro contributo parziale potenziale, in modo da indirizzare il trattamento e individuare la strategia riabilitativa migliore da mettere in atto^(3,7). Da una revisione della letteratura di Safran et al. ⁽¹⁾ è emerso che le continue recidive dopo LAS possono essere provocate da: guarigione legamentosa in posizione di allungamento, debolezza legamentosa causata dalla cicatrice, debolezza dei peronieri, instabilità tibio-peroneale distale, ipermobilità ereditaria, perdita di propiocezione, schiacciamento delle fibre antero-inferiori del legamento tibio-peroneale e/o del tessuto cicatriziale capsulare nell'articolazione peroneo-astragalica. Inoltre, altri disturbi non diagnosticati nei pazienti, come la lussazione del cuboide o l'instabilità sotto-astragalica, potrebbero favorirle. Finora la debolezza muscolare è il sintomo più indagato in letteratura ^(3,7).

1.2.2 FORZA MUSCOLARE E INSTABILITÀ CRONICA DI CAVIGLIA

Molti studi si sono focalizzati sulla forza della muscolatura della caviglia, con risultati però contrastanti. Alcuni hanno effettivamente rilevato alterazioni negli eversori, in concentrica ^(10,11) e in eccentrica ^(10,12), negli inversori, in concentrica e in eccentrica ⁽¹⁰⁾ e nei flessori plantari in concentrica ^(13,14). Altri, invece, sempre negli eversori in concentrica ^(14,15) ed eccentrica ^(15,16), negli inversori, in concentrica ^(12,14) ed eccentrica ⁽¹⁶⁾ e nei flessori dorsali in concentrica ⁽¹⁴⁾, non hanno riscontrato nulla di significativo. Il contrasto tra i risultati rimane sia se gli studi usano come gruppo di controllo soggetti sani, sia se viene indagata la caviglia sana dei soggetti con distorsione.

La discordanza potrebbe essere spiegata in parte dai differenti metodi di valutazione della forza (test diversi, in catena cinetica aperta o chiusa, concentrica o eccentrica), dalla diversa velocità di contrazione muscolare nei test o dai limiti metodologici degli studi (es: campione limitato) ⁽⁵⁾. È importante infatti, indagare che vi sia una corretta attivazione muscolare sia in concentrica che in eccentrica, in quanto l'ottimale funzionalità dell'arto inferiore in attività di carico, in catena cinetica chiusa e in minimizzazione della forza di reazione del terreno sul complesso del piede-caviglia è garantita da entrambe. Ad esempio la distorsione in inversione avviene quando la caviglia è forzata in flessione plantare e inversione: è determinante quindi una corretta attività in eccentrica di dorsi flessori e eversori per la sua prevenzione⁽³⁾.

1.2.3 CONTROLLO MOTORIO E INSTABILITÀ CRONICA DI CAVIGLIA

Bullock-Saxton pone invece l'accento sul ruolo del controllo neuromotorio; dall'analisi degli studi precedenti, infatti, ha visto che la lesione di una articolazione coinvolge il sistema sensoriale e propriocettivo, alterando la regolazione riflessa dell'attività muscolare locale, conseguente a una

perturbazione⁽¹⁷⁾. È anche vero, però, che il tempo di risposta in protezione della muscolatura della caviglia è maggiore rispetto a quello di lesione, per cui vi devono essere altri meccanismi, più globali o riguardanti altri distretti, che determinano la prevenzione della distorsione^(5,7). Molti autori ritengono necessario indagare, a questo proposito, le articolazioni sovrastanti, in particolare l'anca^(5,7). L'intera funzionalità dell'arto inferiore necessita di un'ottimale sinergia tra le articolazioni: biomeccanicamente ognuna influenza le altre all'interno della catena cinetica e, al contrario, a seguito di lesione di una singola articolazione si ha il coinvolgimento funzionale di tutte le altre^(3,6,7).

A prova di ciò, in letteratura alcuni studi riportano che CAI è associata a un deficit di controllo posturale statico e dinamico, anche se i risultati sono ancora inconsistenti^(4,18). Cornwall e Murrell hanno trovato che le oscillazioni di un soggetto con FAI in posizione monopodalica sono significativamente più ampie rispetto a quelle di un soggetto sano, anche a due anni dalla lesione⁽¹⁹⁾. Gli autori, che inizialmente si soffermano sulle strutture locali della caviglia, suggeriscono come spiegazione la lassità articolare della stessa o la deafferentazione del nervo che innerva la capsula e i legamenti^(5,19). Alcuni autori, tra cui Bullock-Saxton⁽¹⁷⁾ e de Norohna et al.⁽⁴⁾, che ritengono fondamentale il contributo propriocettivo, ipotizzano compromessi i meccanorecettori articolari di tipo I per la loro posizione e funzione. Essi si trovano attorno alla capsula articolare, dove si ripercuotono gli stress maggiori durante il movimento, sono sensibili e si adattano rapidamente in risposta ai cambiamenti di pressione articolare e di posizione, modificando la loro frequenza di scarica. Per questo le lesioni capsulari o delle piccole fibre nervose e l'edema causati dalla distorsione possono creare alterazioni della loro funzionalità⁽¹⁷⁾. Il tutto contribuisce ad alterare gli input sensoriali provenienti dall'articolazione e ciò potrebbe influenzare l'attività muscolare locale e generale. Se per la presenza di alterazioni nell'attività muscolare locale, però, vi sono numerose prove a favore, per quella generale, sebbene sembri avere senso teoricamente, mancano prove consistenti⁽¹⁷⁾. Non tutti gli autori sono d'accordo sulla presenza di alterazioni della funzionalità propriocettiva; ad esempio Gross, valutando la capacità di riconoscere la posizione articolare passiva ed attiva della caviglia con un dinamometro isocinetico, non ha trovato differenze significative tra soggetti con e senza CAI⁽¹⁸⁾. Bullock-Saxton suggerisce, in questo caso, che forse i recettori plantari e dorsali, non compromessi, potrebbero compensare le informazioni inadeguate provenienti dal sito di lesione⁽¹⁷⁾.

Altri autori utilizzano, invece, come misure di outcome per indagare la compromissione del controllo motorio in soggetti con CAI: la distanza raggiunta nello *Star Excursion Balance Test* (SEBT)⁽¹³⁾, rilevazioni cinematiche e cinetiche e durante l'esecuzione e l'atterraggio di un salto

^(13,20) e la capacità di stabilizzarsi successivamente (TTS) ^(20,21). La maggior parte degli studi si è limitata a provare la presenza di differenze rispetto ai sani, senza valutare il ruolo specifico delle articolazioni di anca, ginocchio e caviglia nell'adempire a questi task; solo alcuni si sono soffermati nell'indagine dell'alterazione cinematica dell'anca⁽⁸⁾.

Viene analizzato il salto perché mima il meccanismo lesionale ad alta velocità e ad alto impatto, che spesso è causa di distorsione durante le attività sportive^(4,8). Si sono usati come strumenti di valutazione il TTS, definito come "tempo richiesto dopo l'atterraggio per ottenere una stabilizzazione all'interno di un *range* simile a quello presente in una stazione monopodolica stabile", e la cinematica articolare perché questi parametri potrebbero verosimilmente spiegare il senso disabilitante di cedimento e instabilità ⁽¹³⁾. Dalla valutazione del TTS si trova se la funzionalità dell'arto inferiore è alterata o meno in soggetti con CAI, ma senza spiegare il perché. Dalle valutazioni cinematiche si ricavano informazioni su quanto le singole articolazioni contribuiscono a modificare il pattern di movimento⁽¹³⁾. Indagando l'alterazione dello schema motorio dell'arto inferiore durante la stabilizzazione dopo l'atterraggio di un salto si comprenderebbero meglio i meccanismi lesionali e i deficit funzionali potenzialmente correggibili⁽¹³⁾.

Gli studi effettuati finora sono scarsi e dai risultati inconsistenti. Sono state riportate alterazioni cinematiche in soggetti con CAI durante lo SEBT da Gribble et al. ⁽¹³⁾ e durante l'atterraggio da un salto da Caulfield et al. ⁽²¹⁾. Norohna et al. ⁽⁴⁾ al. hanno trovato che soggetti con FAI mostrano maggiore variabilità in inversione di caviglia prima di saltare e necessitano di maggiore TTS. Quest'ultimo risultato è confermato da Ross e Guskiewicz ⁽²⁰⁾, ma non da Wikstrom et al., che non trovano differenze significative⁽²²⁾.

1.3 FUNZIONALITÀ DELL'ANCA E INSTABILITÀ CRONICA DI CAVIGLIA

Webster e Gribble sostengono che nel sano la muscolatura dell'anca si attiva per stabilizzare il bacino durante le attività in carico, specialmente durante la flessione anteriore di tronco e le rotazioni d'anca, e per controllare i movimenti del femore ⁽⁷⁾. La stabilità dell'anca e la sua forza sono, quindi, fondamentali per lo schema del cammino⁽⁶⁾ e per la posizione del piede durante l'appoggio di tallone ^(6,7). Date queste indicazioni di una potenziale correlazione tra il distretto dell'anca e della caviglia, vari autori in letteratura si sono interrogati se in soggetti con CAI vi siano alterazioni della performance muscolare (attivazione e forza) prossimale, in particolare di abduttori d'anca ^(3,5,7) e di flessori-estensori di ginocchio ⁽³⁾.

Può essere infatti che, in un ottica di interdipendenza regionale, vi siano dei cambiamenti neuromuscolari più globali come risposta ai continui insulti alla caviglia provocati da CAI ⁽⁷⁾.

L'alterazione della relazione prossimo-distale, in questo caso, potrebbe creare un circolo vizioso, con effetto sul distretto della caviglia un appoggio scorretto del piede ⁽⁷⁾. Il cambiamento dei momenti di forza di abduttori e adduttori d'anca nella fase di swing del passo potrebbe alterare l'appoggio del tallone, rendendo il distretto più vulnerabile ⁽⁶⁾ e creare condizioni di predisposizione ad ulteriori distorsioni^(6,7).

Secondo Webster e Gribble sarebbe utile indagare e confrontare come la muscolatura dell'anca in soggetti con e senza CAI lavori in catena cinetica chiusa, dato che la funzionalità dell'arto inferiore si esplica principalmente in questo modo⁽⁷⁾. Sempre gli stessi autori propongono di utilizzare in ottica valutativa gli esercizi di cui è provata nei sani la massima e più selettiva attività glutea, cioè la stazione eretta monopodalica e quelli che includono rotazioni di tronco o anca. Osservando la differenza con cui soggetti con o senza CAI attivano la muscolatura dell'arto inferiore, si potrebbe capire meglio il problema, lasciando spazio a nuove deduzioni per il trattamento riabilitativo di prevenzione di CAI ⁽⁷⁾.

1.4 SCOPO

Lo scopo di questo lavoro quindi è ricercare in letteratura:

- la conferma della presenza di alterazioni nel distretto dell'anca in soggetti con anamnesi positiva per distorsione di caviglia;
- evidenze a supporto dell'utilizzo in riabilitazione di esercizi mirati all'ottimizzazione del controllo neuromuscolare dell'anca in questi pazienti per migliorare la funzionalità dell'arto inferiore e ridurre il rischio di recidive.

2.

MATERIALI E METODI

Si è condotta una revisione della letteratura scientifica, in cui si è ricercata la conferma della presenza di alterazioni nel distretto dell'anca, in soggetti con anamnesi positiva per distorsione di caviglia e la presenza di evidenze a supporto dell'utilizzo in riabilitazione di esercizi mirati all'ottimizzazione del controllo neuromuscolare dell'anca, in questi pazienti, per migliorare la funzionalità dell'arto inferiore e i sintomi di instabilità funzionale cronica e ridurre il rischio di recidive.

2.1 STRATEGIE DI RICERCA

È stata svolta una ricerca nella banca dati on-line PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) nel periodo tra ottobre 2013 e aprile 2014. La stringa di ricerca usata è la seguente:

"hip AND (ankle sprain OR ankle inversion injury OR chronic ankle instability) AND (rehabilitation OR physiotherapy OR manual therapy OR prevention OR education OR exercise OR muscle strengthening OR rom impairment OR lower limb alignment OR body balance OR postural stability OR return to sport) NOT (brain injury OR stroke OR anterior cruciate ligament OR surgery OR peripheral neuropathy OR rheumatologic disease OR spinal injury)"

L'unico limite imposto nella ricerca per la selezione dei risultati è stato la lingua, inglese o italiana. A causa dello scarso materiale relativo all'argomento presente in letteratura, si è dovuto ampliare l'arco temporale di ricerca e non stabilire limiti a riguardo, per avere un numero sufficiente di articoli inerenti allo studio. Non è stato selezionato il limite *human*, perché la ricerca ometteva un articolo rilevante ⁽¹⁷⁾, che considerava nei presupposti teorici studi precedenti su animali.

Si è ricercato il full-text dell'articolo se l'abstract forniva sufficienti informazioni per ritenerlo significativo rispetto a questa ricerca.

2.2 CRITERI DI SELEZIONE

Per la selezione sono stati considerati i seguenti criteri di inclusione ed esclusione degli articoli:

<u>CRITERI INCLUSIONE</u>	<u>CRITERI ESCLUSIONE</u>
ARGOMENTO <ul style="list-style-type: none">• Soggetti con distorsione di caviglia (LAS) o CAI• Valutazione e/o trattamento di eventuali	ARGOMENTO <ul style="list-style-type: none">• Argomento non pertinente all'obiettivo della tesi:<ul style="list-style-type: none">○ altre patologie,

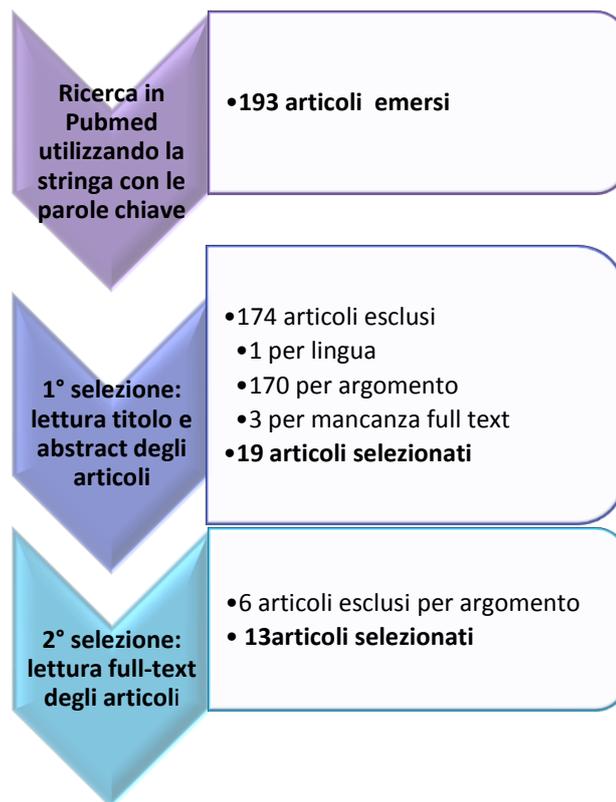
<p>deficit dell'anca (forza, ROM, rigidità,...) nella riabilitazione fisioterapica di LAS o CAI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ altri distretti, ○ altri meccanismi lesionali della caviglia ○ presenza di comorbidità, quali: altre lesioni all'arto inferiore, fratture, disturbi vestibolari, patologie neurologiche e reumatologiche <ul style="list-style-type: none"> • Analisi dell'argomento troppo generica, senza correlazione tra il distretto di caviglia e anca.
---	--

2.3 FLOWCHART ARTICOLI

La stringa di ricerca scelta ha prodotto 193 articoli; 19 di essi sono stati selezionati dalla lettura del titolo e dell'abstract rispetto ai criteri sopra citati. I rimanenti 174 sono stati esclusi per: lingua (1), argomento (170) e full text non reperibile (3).

Dalla lettura completa degli articoli ne sono stati esclusi altri 6 per argomento non completamente inerente allo scopo della tesi. A seguito di questa terza e finale selezione sono stati considerati rilevanti per la tesi 13 articoli.

Per la stesura della parte introduttiva e della discussione sono stati utilizzati anche alcuni articoli, emersi dalla ricerca, ma non considerati nell'analisi, riguardanti la distorsione di caviglia, alterazioni del controllo neuromotorio e interdipendenza regionale dell'arto inferiore.



3.

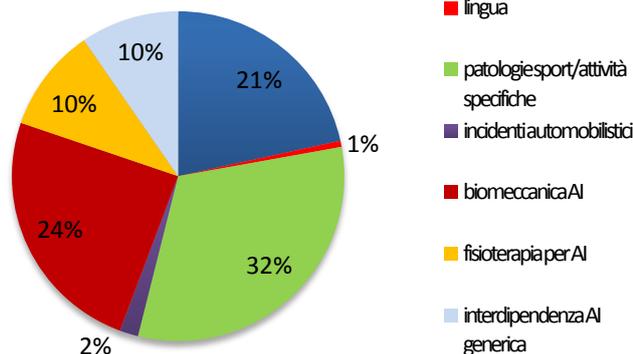
RISULTATI

3.1 SELEZIONE DEGLI ARTICOLI

Dalla ricerca svolta in Pubmed sono emersi in totale 193 articoli. Dalla prima selezione sono stati esclusi 174 articoli, a seguito della lettura del titolo e dell'abstract per mancanza di aderenza ai criteri di inclusione ed esclusione. Nello specifico: 3 articoli sono stati esclusi perché di essi non esiste la versione integrale (si riferiscono a brevi relazioni tenute nel convegno "IOC World Conference On Prevention of Injury&Illness in Sport, Monaco 2014"), 1 per lingua (presente esclusivamente in lingua russa e comunque generico sulla fisioterapia nell'arto inferiore) e 170 per argomento. Questi ultimi riguardano:

- gruppi di patologie specifiche di determinati sport o attività, 52 articoli;
- biomeccanica e fisiopatologia dell'arto inferiore, 46 articoli;
- altre patologie o altri distretti, 36 articoli;
- fisioterapia dell'arto inferiore in generale, 17 articoli;
- interdipendenza tra le articolazioni dell'arto inferiore, senza riferimento specifico all'anca e/o alla distorsione di caviglia, 16 articoli;
- incidenti automobilistici, 3 articoli.

ARTICOLI ESCLUSI PER ABSTRACT



Dalla prima selezione sono, quindi, rimasti 19 articoli.

Dopo la lettura completa del full-text, ne sono stati esclusi altri 6 per argomento non completamente inerente allo scopo della tesi (vedi tabella 1). Di essi, 5 analizzano parametri che non si riferiscono esplicitamente ad alterazioni dell'anca, 2 indagano la relazione tra CAI e controllo posturale, anziché funzionalità dell'anca e 1 include nel gruppo di studio solo soggetti sani.

TABELLA 1: articoli esclusi a seguito di lettura del full text.	
AUTORE	MOTIVO DI ESCLUSIONE
Perrin et al. 1997	Valutata l'alterazione di l'equilibrio attraverso la misurazione dello spostamento del COP, anziché parametri specifici riguardanti deficit dell'anca
De Norohna et al.2008	Valutata l'alterazione del controllo posturale attraverso la variazione di spostamento sul piano frontale del bacino durante l'atterraggio da un salto, non registrato alcun parametro relativo a deficit dell'anca
Gribble e Robinson 2009	Analizzata la cinematica dell'arto inferiore in soggetti CAI, ma nessun parametro relativo ad un deficit specifico dell'anca.
Huurnink A et al. 2013	Misurata la velocità angolare dell'anca, come aspetto della stabilità posturale, ma nessun parametro relativo ad un deficit specifico di questa articolazione.
Terada et al., 2013	Calcolata la dissipazione di energia sul piano sagittale dell'anca durante un task motorio, ma non analizzato quale deficit della stessa possa esserne la causa.
Cobb et al. 2014	Analizzati solo soggetti sani.

A seguito di questa seconda e finale selezione sono stati considerati rilevanti per la tesi 13 articoli.

3.2 DATI EMERSI IN LETTERATURA.

Vengono riportati nella Tabella 2 i risultati degli articoli selezionati nella ricerca. In essa vengono specificati: autori ed anno di pubblicazione, metodologia dello studio e risultati. Della seconda vengono riportati:

- forma dello studio,
- numero e caratteristiche del gruppo di studio (GS),
- eventuali misure terapeutiche e/o programmi riabilitativi svolti per LAS o CAI ed esito, effettuati dal GS, non come trattamento sperimentale somministrato dagli autori, ma eseguiti prima del reclutamento nello studio,
- presenza e numero del gruppo controllo (GC),
- parametri analizzati per valutare la presenza e quantificazione dei deficit dell'anca (forza muscolare, attivazione muscolare elettromiografica, rigidità, deficit di ROM,...) e l'eventuale correlazione con LAS,
- modalità di valutazione dei parametri analizzati: strumenti utilizzati, test clinici, test funzionali, posizione del soggetto, movimento analizzato.

AUTORE/ ANNO	TIPO DI STUDIO	SCOPO	GRUPPO DI STUDIO (GS)	TRATTAMENTO	GRUPPO DI CONTROLLO (GC)	PARAMETRI ANALIZZATI	MODALITÀ DI VALUTAZIONE	RISULTATI
J.E. Bullock-Saxton et al., 1994 ⁽²³⁾	Controll ed study	Esaminare l'influenza di una lesione distale localizzata sulla funzione della muscolatura prossimale dell'arto inferiore.	20 soggetti con anamnesi di LAS	Nessun riferimento	11 sani e arto inferiore sano di GS	Pattern di attivazione muscolare di grande gluteo, ischio-crurali e erettori spinali lombari	EMG durante l'estensione di anca in posizione prona	Differenza significativa nel pattern di attivazione muscolare nel GS rispetto al GC, con ritardo specialmente di grande gluteo, in entrambi gli arti.
J.E. Bullock-Saxton, 1994 ⁽¹⁷⁾	Controll ed study	Valutare se soggetti con LAS severa presentano alterazioni locali della sensibilità e deficit muscolare di anca e tronco.	20 soggetti con storia di distorsione grave di caviglia	Il trattamento della distorsione del GS doveva aver incluso un periodo di immobilizzazione	11 sani e arto inferiore sano di GS	Soglia di percezione della sensibilità vibratoria a livello della caviglia; attivazione muscolare di bicipite femorale, grande gluteo ed erettori spinali lombari	test per la sensibilità vibratoria a livello del malleolo laterale; EMG durante estensione di anca da prono	In GS significativa riduzione della percezione dello stimolo vibratorio percepito ed evidente ritardo di attivazione del grande gluteo di entrambi gli arti rispetto al GC.
S.M. Beckman, T.S. Buchanan, 1995 ⁽⁵⁾	Random ized trial	Indagare la latenza della risposta muscolare dell'anca e della caviglia durante l'inversione improvvisa di caviglia	10 soggetti con storia di LAS e inversione di caviglia eccessiva $\geq 10^\circ$	Durante lo studio i soggetti non dovevano essere inseriti in nessun programma riabilitativo	10 sani e arto inferiore sano di GS	Tempo della latenza di attivazione di medio gluteo bilaterale e peronieri omolaterali alla distorsione.	EMG durante inversione improvvisa di entrambe le caviglie (non contemporaneamente), provocata da un'apposita piattaforma.	Significativa diminuzione della latenza di attivazione muscolare di entrambi i glutei medi dopo perturbazione di entrambe le caviglie nel GS rispetto al GC, e del medio gluteo controlaterale rispetto all'omolaterale alla caviglia testata
E. Delahunt et al., 2006 ⁽²⁴⁾	Controll ed laborat orystudy	Confrontare i pattern di cinematica articolare e l'attività elettromiografica dell'arto inferiore durante il cammino in soggetti con e senza FAI.	24 soggetti con FAI	GS, con almeno 2 distorsioni nella stessa caviglia che hanno richiesto un periodo di immobilizzazione e/o scarico, reclutato in studi privati di fisioterapia, prima dell'inizio della riabilitazione	22 sani	Velocità angolare e spostamento 3D di anca, ginocchio e caviglia; attività EMG di retto femorale, peroneo lungo, tibiale anteriore e soleo	Sistema di analisi del movimento 3D a infrarossi + EMG durante cammino su tapis roulant a 4 km/h	Maggior inversione di caviglia prima e subito dopo l'appoggio di tallone; nessuna differenza nella cinematica di anca e ginocchio nei 3 piani e di caviglia nel piano trasverso e sagittale. Ridotta distanza tra piede e suolo prima dell'appoggio di tallone. Aumento dell'attività del peroneo lungo dopo l'appoggio di tallone e del retto femorale prima dell'appoggio.
K. Friel et	Ex post	Determinare la	23 soggetti	Durante lo studio i	Arto inferiore	ROM della caviglia e F	Goniometro standard	Deficit significativo di F

al., 2006 ⁽⁶⁾	facto design	relazione tra la forza muscolare dell'anca con la presenza di CAI e il ROM della caviglia.	con CAI	soggetti non dovevano essere inseriti in nessun programma riabilitativo	sano	muscolare di abduttori ed estensori dell'anca	per ROM; dinamometro manuale per F (valutata contro resistenza in CCA con soggetto disteso).	nell'abduzione di anca e di ROM in flessione plantare nella caviglia con CAI. Nessuna differenza di F in estensione.
M.P. McHugh et al., 2006 ⁽²⁵⁾	Cohort study	Verificare l'associazione tra scarso equilibrio e debolezza degli abduttori d'anca con il rischio di riscontrare distorsioni di caviglia	169 atleti osservati per 2 anni	Nessun riferimento		All'inizio di ogni stagione sportiva vengono raccolti: altezza; peso; BMI; F con dinamometro di flessione (soggetto seduto con anca e ginocchio flessi), abduzione (decubito laterale, anca abdotta di 30°) e adduzione d'anca (decubito laterale, anca addotta di 15°); tempo di equilibrio in monopodalica su una tavoletta con oscillazione sul piano frontale; lassità legamentosa generale con 5 test specifici; distorsioni precedenti e distorsioni senza contatto nel corso dei due anni; utilizzo di cavigliere		Nessuna differenza significativa in tempo di equilibrio e F tra soggetti con storia di LAS e sani all'inizio dello studio, né tra soggetti che hanno subito LAS e non infortunati nel corso delle due stagioni sportive. Rischio significativamente maggiore di lesione nei maschi con storia di precedenti distorsioni e BMI alto.
Fu e Hui Chain, 2007 ⁽²⁶⁾	Controll ed study	Valutare l'esistenza di modulazione dell'attività muscolare di anca e caviglia prima dell'atterraggio e di possibili cambiamenti nella forza d'impatto nell'atterraggio in soggetti con o senza storia di distorsioni.	19 giocatori di basket con storia di LAS multiple	Le distorsioni dovevano essere abbastanza severe da necessitare trattamento sanitario	20 giocatori di basket sani	Attività di tensore della fascia lata (TFL), peroneo lungo, tibiale anteriore e gastrocnemio mediale; forza di impatto al suolo.	EMG durante una caduta inaspettata e una caduta volontaria, da un'altezza di 30 cm in bipodalica (soggetto sostenuto da un'imbragatura appesa al soffitto); due piattaforme separate sotto i piedi per registrare la forza d'impatto.	Pattern di reclutamento e attività EMG simile nella caduta improvvisa tra GS e GC. Attivazione EMG significativamente precoce di tibiale anteriore e ritardata di TFL (in maniera significativa a sinistra e con un trend importante a destra) in GS nella caduta volontaria rispetto al GC.
T.J. Hubbard et al., 2007 ⁽²⁷⁾		Individuare quali misure sono più importanti per discriminare soggetti con e senza CAI.	30 soggetti con CAI	Nessun riferimento	30 sani e arto inferiore sano di GS	Posizione del perone rispetto alla tibia con fluoroscopio, stabilità della caviglia con artrometro, ipomobilità del talo con Posterior Talar Glide Test; equilibrio statico con spostamento del COP in posizione eretta monopodalica ad occhi aperti e chiusi; equilibrio dinamico con SEBT, F con dinamometro (soggetto disteso, valutazione in concentrica di flessione plantare-dorsale, inversione-eversione di caviglia e in isometrica di abduzione-estensione d'anca); allineamento (recurvato ginocchio e varismo tibiale in posizione eretta stabile); flessibilità della ITB e TFL(test di Ober).		Rispetto ai sani e alla caviglia sana la caviglia CAI mostra: maggiore lassità anteriore e in inversione; minor F in flessione plantare, abduzione e estensione d'anca; difficoltà di equilibrio in dinamica (minore distanza anteriore e postero mediale di SEBT); maggior numero di test di equilibrio statico con occhi chiusi falliti

T.J. Hubbard et al., 2007 ⁽⁹⁾	Descriptive study with a correlational design	Determinare la relazione tra i fattori funzionali e meccanici che causano CAI	30 soggetti con CAI	Nessun riferimento	30 sani e arto inferiore sano di GS	<u>Variabili meccaniche:</u> FADI, posizione del perone rispetto alla tibia con fluoroscopia, stabilità della caviglia con artrometro, ipomobilità del talo con Posterior Talar Glide Test. <u>Variabili funzionali:</u> equilibrio statico con spostamento del COP in posizione eretta monopodolica con occhi aperti e chiusi; equilibrio dinamico con SEBT, F con dinamometro (soggetto disteso, valutazione in concentrica di flessione plantare-dorsale, inversione-eversione di caviglia e in isometrica di abduzione-estensione d'anca).		Numerose correlazioni tra gli indicatori di FAI, tra queste: deficit di F in abduzione d'anca correlato a incapacità di mantenere la posizione monopodolica ad occhi chiusi; deficit di F in abduzione ed estensione d'anca correlato a minor raggiungimento postero-mediale e postero-laterale in SEBT.
S. Van Deun et al., 2007 ⁽²⁸⁾	Controlled laboratory study	Valutare l'attivazione della muscolatura di arto inferiore e tronco e la variabilità nei pattern di movimento in soggetti con CAI, in CCC	10 soggetti con CAI	I soggetti non dovevano aver ricevuto nessun programma riabilitativo in tempi recenti rispetto allo studio.	30 sani	Attività EMG bilaterale di peroneo lungo, tibiale anteriore, gastrocnemio mediale, vasto mediale obliquo (VMO), vasto laterale, TFL, ischio crurali mediali, medio gluteo. Spostamento del COP	Passaggio dalla posizione bipodolica a quella monopodolica con occhi aperti e chiusi su pedana di forza con EMG	Nel GS rispetto al GC: significativo ritardo nell'attivazione muscolare (tranne per vasti), generalmente successiva all'inizio dello spostamento di carico (in GC precedente); attivazione iniziale della muscolatura prossimale e successiva della distale, sia ad occhi aperti che chiusi; minor variabilità del pattern di attivazione tra il task con occhi aperti e chiusi.
P. A. Gribble, R. H. Robinson 2009 ⁽⁸⁾		Indagare se la presenza di CAI è associata a deficit di F nella caviglia, nel ginocchio e nell'anca.	15 soggetti con CAI	Durante lo studio i soggetti non dovevano essere inseriti in nessun programma riabilitativo	15 sani e arto inferiore sano di GS	Picco di forza in flessione plantare-dorsale di caviglia, flesso-estensione di ginocchio e flesso-estensione d'anca bilaterale.	5 ripetizioni al massimo sforzo di ogni test muscolare su dinamometro isocinetico	Deficit di F in flessione plantare e in flesso-estensione di ginocchio in soggetti con CAI. Non rilevati simili deficit all'anca.
H. Negahban et al., 2013 ⁽³⁾	case-control study	Investigare la capacità di sviluppare forza durante una contrazione eccentrica nel distretto di caviglia, ginocchio e anca in soggetti con CAI	20 soggetti con CAI	Durante lo studio i soggetti non dovevano essere inseriti in nessun programma riabilitativo	20 sani e arto inferiore sano di GS	F in eccentrica di: flessori plantari-dorsali, inversori-eversori di caviglia, flesso-estensori di ginocchio, flesso-estensori e abduttori/adduttori d'anca	3 ripetizioni massimali eccentriche per ogni test muscolare su dinamometro isocinetico	Deficit di F muscolare in contrazione eccentrica di flessori dorsali di caviglia e flessori d'anca bilateralmente in soggetti con CAI rispetto ai sani. Non rilevate differenze negli altri gruppi muscolari.
K. A.	Cohort	Valutare	9 soggetti	Nessun riferimento	9 sani	Attività muscolare di	EMG nel punto di max	Minore attivazione di grande gluteo

Webster e P. A. Gribble, 2013 ⁽⁷⁾	study	l'attivazione di grande e medio gluteo in esercizi riabilitativi funzionali in CCC, in soggetti con e senza CAI.	con CAI			grande e medio gluteo	escursione durante l'esecuzione di 2 esercizi: rotational lunge e single-leg rotational squat	nei soggetti con CAI nello squat. Minore attivazione di medio gluteo, ma non statisticamente significativa.
--	-------	--	---------	--	--	-----------------------	---	---

4.

DISCUSSIONE

Dalla ricerca effettuata emerge già all'inizio la presenza in letteratura di poca chiarezza su cosa comporta nel lungo termine la distorsione di caviglia, come riportato nei presupposti teorici. I diversi autori si riferiscono all'instabilità cronica di caviglia distinguendola o meno in funzionale e meccanica e riportando sintomi caratteristici diversi. Ciò si riflette sulla scarsa omogeneità di intenti e processi metodologici degli autori, che si sono cimentati in questo argomento. Il confronto tra i risultati degli studi selezionati, perciò, è stato possibile solo in parte, perché essi sono stati raggiunti analizzando gruppi studio con caratteristiche eterogenee, confrontati con una diversa modalità di controllo e valutati con differenti parametri di descrizione dei deficit dell'anca e situazioni valutative.

4.1 ANALISI DELLA METODOLOGIA DEGLI STUDI

4.1.1 CAMPIONE DI STUDIO

4.1.1.1 SELEZIONE DEL CAMPIONE DI STUDIO

Innanzitutto manca una definizione dell'instabilità cronica di caviglia chiara e condivisa dalle comunità cliniche e scientifiche; nel 2009, Gribble e Robinson ⁽⁸⁾ esplicitano come questo si traduca nella difficoltà di stabilire i criteri di inclusione dei soggetti negli studi: essi li hanno scelti il più simili possibile agli altri lavori, ma questi non sono universalmente accettati. In particolare questi autori hanno incluso soggetti con almeno una distorsione acuta di caviglia che ha provocato gonfiore, dolore, perdita temporanea della funzionalità (ma non nei tre mesi precedenti allo studio) e almeno due episodi di cedimento nei sei mesi successivi. Altri, invece, hanno effettuato la loro selezione in base a punti diversi, ad esempio:

- anamnesi di una o più distorsioni con dolore o zoppia per almeno 24 ore, episodi multipli di cedimento nella stessa caviglia negli ultimi sei mesi e punteggio \leq a 90% nel FADI o \leq a 80% nel FADI Sport ⁽⁷⁾
- anamnesi di almeno 2 distorsioni che hanno richiesto un periodo di scarico e/o immobilizzazione, con sintomi successivi di debolezza soggettiva, dolore maggiore e funzionalità diminuita rispetto alla controlaterale al momento della valutazione e tendenza al cedimento durante l'attività sportiva ⁽²³⁾
- anamnesi di almeno una distorsione di caviglia negli ultimi due anni, con ROM residuo aumentato di almeno 10° in inversione nella stessa rispetto alla contro laterale ⁽⁵⁾.

Il fatto di stabilire dei criteri di inclusione condivisi ed accettati permetterebbe un confronto più appropriato tra gli studi e l'applicazione dei risultati dell'influenza di CAI⁽⁸⁾.

4.1.1.2 CARATTERISTICHE DEMOGRAFICHE DEL GRUPPO DI STUDIO

In tutti gli studi vengono riportate le caratteristiche demografiche del gruppo di studio. In generale sono pazienti giovani, probabilmente perché più attivi fisicamente e quindi a maggior rischio di LAS; l'età media è compresa tra i 20 e i 30 anni, tranne nel lavoro di Mchugh et al. ⁽²⁴⁾, dove sono stati reclutati ragazzi di una scuola superiore, quindi più giovani, con età media di 16 anni. Il sesso dei partecipanti, quando riportato, divide il gruppo in maniera omogenea, tranne in due casi, dove sono stati analizzati solo soggetti maschi. Più importante, invece, è l'omissione in molti studi della rilevazione e annotazione del livello di attività funzionale, tipo di lavoro e attività sportiva di questi soggetti. Alcuni autori specificano in maniera precisa che sono fisicamente attivi, riportando frequenza ^(7,8), durata dell'allenamento settimanale ^(7,8), livello amatoriale o professionista e sport praticati, quali: basket, football, calcio, ginnastica, corsa, sollevamento pesi, ciclismo e nuoto ^(17,15,26). Due hanno valutato i loro soggetti con dei questionari, il FAAM ⁽³⁾ o il FADI ⁽²⁷⁾. Addirittura, Bollock-Saxton ha precisato se l'attività lavorativa svolta è sedentaria o attiva⁽⁹⁾. Friel et al., invece, pongono come limite del loro studio proprio il non aver rilevato questa informazione, perché potrebbe influenzare la forza dell'anca. In generale, tutti i parametri di deficit potrebbero essere condizionati dalla pratica di attività sportiva. Un determinato tipo di allenamento, svolto con regolarità, infatti, potrebbe comportare, in maniera indiretta, una migliore performance dell'anca, dal punto di vista sia muscolare della forza che neuromotorio di intensità di attivazione, latenza di attivazione e ordine nel pattern di reclutamento. Essenziale, quindi, sarebbe il confronto, all'interno di uno studio, tra un gruppo di studio e un gruppo di controllo con simile livello funzionale. Nel paragone, invece, tra più studi il fatto che i gruppi abbiano caratteristiche funzionali eterogenee implica che non si possa considerare il valore assoluto del parametro in esame, ma solo la presenza di una differenza significativa o meno tra gruppo di studio e gruppo di controllo e se essa venga mantenuta al variare del livello funzionale. Diverso sarà anche il valore, nel significato di risvolto pratico, che viene attribuito alle eventuali differenze rilevate: nonostante la significatività statistica, il deficit avrà diverso peso rispetto alle richieste funzionali del soggetto.

Numerosi studi specificano tra i criteri di esclusione il fatto che i soggetti non siano affetti da altre patologie agli arti inferiori o alla schiena che possano aver modificato l'attività muscolare o il pattern di movimento dell'arto inferiore.

4.1.1.3 DIMENSIONI DEL CAMPIONE DI STUDIO

Gribble e Robinson ⁽⁸⁾ e Negahban et al. ⁽⁵⁾ hanno specificato che la scelta della dimensione del campione è stata determinata dai risultati di uno studio pilota presente in letteratura ⁽²⁹⁾, il quale ha riportato la necessità di inserire almeno 13 soggetti per gruppo per ottenere sufficiente potere statistico nella valutazione della forza isocinetica di anca, ginocchio e caviglia di soggetti con CAI. Anche tutti gli altri studi selezionati, che hanno indagato la forza, hanno incluso tra i 20 e i 30 soggetti, con l'eccezione di McHugh ⁽²⁵⁾ che ne ha selezionati 169. Quelli, invece, che hanno analizzato attività e latenza di attivazione muscolare e ordine del pattern di attivazione di più muscoli, nella maggior parte dei casi, includono meno di 13 soggetti per gruppo. Per questi parametri, però, non è presente uno studio pilota che ne indichi il numero minimo per garantire potere statistico.

4.1.1.4 TRATTAMENTO SVOLTO DAL GRUPPO DI STUDIO A SEGUITO DELLA DISTORSIONE ACUTA DI CAVIGLIA

A causa della distorsione acuta i soggetti di Bullock-Saxton ⁽⁹⁾ e Delahunt et al. ⁽²⁴⁾ hanno seguito un periodo di immobilizzazione/scarico e quelli di Fu e Hui Chain ⁽²⁶⁾ hanno beneficiato di cure sanitarie, ma non è specificato di che tipo. Numerosi autori sottolineano che al momento dello studio ^(3,5,6,8,24) o in tempi recenti ⁽²⁸⁾ i soggetti non dovevano essere inseriti in programmi riabilitativi. Tale informazione, purtroppo rilevata poco e in modo non preciso, sarebbe invece importante per le eventuali conseguenze sui risultati rilevati. Il fatto di aver eseguito o meno un periodo iniziale di riposo potrebbe influenzare, ad esempio, il processo di guarigione legamentosa. Hubbard et al. ⁽²⁷⁾ si chiedono, infatti, se questa sia o meno da favorire rispetto ad una ripresa veloce del movimento, data la significativa correlazione tra CAI e lassità anteriore e in inversione e la scarsità di studi che ne valutino gli effetti differenti nel lungo termine (rischio di recidive incluso). Un periodo di immobilizzazione o scarico, inoltre, potrebbe avere degli effetti più in generale sulla performance muscolare di tutto l'arto coinvolto a causa dell'inattività; allo stesso modo, la ripresa precoce delle attività potrebbe favorire uno schema alterato del passo per la presenza di dolore, con modificazioni dell'attività muscolare che potrebbero permanere, anche a seguito della sua cessazione, se non corretti. Da qui anche l'importanza di sapere se è stato effettuato e con quali modalità un periodo riabilitativo successivo; in particolare, se nella presa in carico del paziente è stato valutato e riabilitato solo il distretto della caviglia o in maniera più globale tutto l'arto inferiore, con attenzione anche alle articolazioni superiori e/o agli schemi alterati di movimento. La performance dell'anca sia muscolare che neuromotoria in

quest'ultimo caso potrebbe essere migliore e la differenza rispetto al gruppo controllo meno definita.

4.1.2 GRUPPO DI CONTROLLO

Tutti i lavori, tranne uno, hanno reclutato un gruppo controllo di soggetti sani ed hanno confrontato i dati raccolti dal gruppo di studio con essi; a volte anche con l'arto inferiore sano dei soggetti del gruppo di studio. I criteri di inclusione nel gruppo di controllo sono variabili a seconda degli studi, ad esempio, i soggetti devono :

- non presentare in anamnesi distorsione di caviglia o fratture dell'arto inferiore ⁽²⁴⁾;
- non presentare in anamnesi lesioni o interventi chirurgici precedenti all'arto inferiore ⁽²⁷⁾;
- non aver riscontrato distorsioni di caviglia negli ultimi due anni ⁽²⁶⁾;
- avere una mobilità simmetrica del piede e della caviglia ⁽⁵⁾.

Friel et al. ⁽⁶⁾, invece, hanno confrontato esclusivamente l'arto inferiore CAI con l'arto inferiore contro laterale: ciò, come sottolineano essi stessi e Negahban et al. ⁽³⁾, è un limite perché in vari studi alcune misure, tra cui latenza di attivazione muscolare e forza, risultano alterate bilateralmente, rispetto al gruppo controllo.

4.1.3 PARAMETRI ANALIZZATI

Poiché si è visto che i parametri relativi ai deficit di caviglia da soli non spiegano i sintomi di CAI e non sono predittivi di successive distorsioni, dati i risultati contrastanti in letteratura, gli autori hanno cercato di individuare in altro la spiegazione: caratteristiche del soggetto, alterazioni di altre articolazioni, compromissione del controllo posturale. La mancanza di una chiara comprensione della patologia, perciò, ha come altra conseguenza la presenza in letteratura di molti studi che indagano la relazione di CAI con numerosi diversi fattori. Ciò rende i risultati dispersivi e quindi poco confrontabili. La ricerca di deficit in altre articolazioni trova il suo rationale nella visione della patologia in un'ottica di interdipendenza regionale. I continui insulti alla caviglia provocati da CAI potrebbero causare delle alterazioni neuromuscolari globali, le quali, compromettendo la stabilità anche prossimale, darebbero luogo ad un circolo vizioso, con appoggio del tallone durante il passo peggiore ed esposizione maggiore a nuove lesioni. L'anca, ad esempio, si sa, interviene per stabilizzare il bacino nelle attività in carico e per controllare l'allineamento del femore: condizioni fondamentali per uno schema corretto di cammino. Gli studi che indagano la relazione di CAI con i parametri di deficit dell'anca sono, però, un numero limitato. All'interno di questo gruppo gli articoli sono poco omogenei per

parametri e modalità valutative analizzati, ciò rispecchia il fatto che non è ancora del tutto chiara la motivazione del perché potrebbero essere presenti deficit in questo distretto. A seconda dell'obiettivo e di cosa veniva ritenuto maggiormente considerevole, gli autori hanno compiuto delle scelte e approfondito aspetti diversi.

Essi hanno prediletto i parametri che ritenevano più opportuni, quali: latenza di attivazione e intensità di attivazione di un muscolo, ordine nel pattern di attivazione di più gruppi muscolari e forza soprattutto, ma anche flessibilità di ITB e TFL, in 2 studi ^(9,27). Gribble e Robinson ⁽⁸⁾, ad esempio, hanno optato per il picco di forza muscolare concentrica, rilevato durante cinque ripetizioni al massimo sforzo di ogni test muscolare selezionato, ripreso dalle linee guida della valutazione della forza muscolare. In clinica, infatti, si è visto che, nella valutazione di un'articolazione, la presenza di debolezza può essere correlata con deficit funzionali e questi sembra siano stati riscontrati all'anca e al ginocchio in soggetti con CAI. Negahban et al. ⁽³⁾ si sono concentrati sulla valutazione della forza muscolare eccentrica, espressa durante tre ripetizioni massimali di ogni test muscolare su dinamometro, perché, nonostante necessaria per l'ottimale funzionalità dell'arto inferiore, non era ancora stata indagata in letteratura. Questa, assieme alla contrazione concentrica, interviene durante le attività in carico e in CCC dell'arto inferiore per minimizzare le forze di reazione del terreno che si ripercuotono sul piede e sulla caviglia. In particolare, in questo caso, la distorsione di caviglia avviene quando questa articolazione viene forzata in flessione plantare/inversione, mentre, gli autori ipotizzano, l'anca si trova in leggera estensione: ciò comporta la necessità di un'adeguata attivazione eccentrica di flessori dorsali/evertori di caviglia e flessori d'anca. Per questo ricercatori e clinici dovrebbero focalizzare la loro valutazione e trattamento su entrambe le modalità nei soggetti con CAI e in generale in coloro con disturbi muscolo-scheletrici. Webster e Gribble ⁽⁷⁾ hanno indagato l'intensità di attivazione muscolare nel punto di massima escursione articolare durante l'esecuzione di due esercizi funzionali in CCC. La scelta è stata determinata dal fatto che nella letteratura sono sì ampiamente riportati cambiamenti neuromuscolari nelle articolazioni prossimali in soggetti con CAI, ma con risultati inconsistenti e analisi dei parametri svolta la maggior parte delle volte solo in CCA. Ritengono, quindi, necessario capire come la muscolatura di soggetti CAI lavori anche in attività funzionali in CCC rispetto ai sani e determinare la modalità ottimale per allenare selettivamente la muscolatura coinvolta nella riabilitazione. Bullock-Saxton et al. ^(17,23) si sono focalizzati sulle alterazioni dell'ordine di attivazione muscolare durante l'estensione d'anca in posizione prona. L'interruzione del flusso delle informazioni dai meccanocettori della capsula al SNC, sostengono, può risultare in un disturbo clinico evidente della percezione della posizione articolare e della performance di

movimento. Potrebbe, perciò, avere inizio una catena di reazioni di adattamento con risultato un'alterazione del pattern di movimento.

Altra differenza: i parametri sopracitati non sono stati rilevati sempre negli stessi muscoli, ma, a seconda del modello interpretativo di CAI maggiormente condiviso dagli autori, sono stati scelti gruppi diversi. La maggior parte ha indagato abduttori ed estensori d'anca, altri adduttori o flessori, in associazione o meno ai primi. Bullock-Saxton et al. ^(17,23) esplicitano di essersi concentrati sugli estensori per la loro importanza in posizione eretta e durante il cammino; Friel et al. ⁽⁶⁾ hanno indagato estensori e abduttori per il ruolo che questi ultimi hanno nel determinare la posizione del piede durante l'appoggio di tallone. Fu e Hui Chain ⁽²⁶⁾ hanno indagato il TFL perché ha un ruolo di agonista nell'abduzione d'anca ed è il principale muscolo valgizzante del ginocchio, con ruolo quindi di stabilizzatore nella fase di appoggio della corsa; inoltre, può contribuire alla stiffness tra arto inferiore e pelvi e alla stabilizzazione del ginocchio sul piano frontale durante l'atterraggio da una caduta. Alcuni riportano di essersi basati sui risultati degli studi precedenti per la scelta dei muscoli da analizzare ^(7,8). Altri ancora non hanno motivato la loro scelta, nonostante non esattamente in linea con il resto della letteratura, come ad esempio Delahunt et al. ⁽²⁴⁾ che hanno indagato a livello dell'anca esclusivamente il retto femorale.

4.1.4 STRUMENTI DI VALUTAZIONE

La forza è stata valutata attraverso test muscolari, la cui efficacia è spesso confermata dalla letteratura, di cui vengono specificati posizione del paziente e strumento usato. Alcuni, come Friel et al. ⁽⁶⁾, hanno utilizzato un dinamometro manuale posizionato subito sopra il ginocchio; essi hanno richiesto una contrazione isometrica in abduzione, per testare la muscolatura glutea e il TFL, con il soggetto in posizione supina e in estensione in decubito laterale sul lato non testato, per i glutei, con ginocchio flesso. Altri, invece hanno utilizzato un dinamometro isocinetico, Negahban et al ⁽³⁾, ad esempio. Per testare flessori-estensori e abduttori-adduttori in contrazione eccentrica i partecipanti sono stati posizionati supini e in decubito laterale rispettivamente. Il test è stato svolto all'interno del *range* di movimento disponibile e ad una velocità angolare di 60° al secondo.

I parametri elettromiografici di intensità e latenza di attivazione del muscolo e ordine nel pattern di attivazione dei vari muscoli, invece sono stati valutati quasi sempre in CCC. Solo in due studi del 1994 di Bullock-Saxton ^(17,23) è stata scelta come modalità valutativa per la latenza di attivazione muscolare e l'ordine del pattern di attivazione di alcuni muscoli un gesto in CCA, cioè l'estensione d'anca in posizione prona. Gli autori hanno optato per questa situazione perché

coinvolge muscoli non connessi al sito di lesione e perché rappresenta un movimento essenziale per la stazione eretta e la locomozione. Gli altri lavori, redatti più recentemente, hanno proposto come situazione valutativa, task più dinamici e vicini alla funzionalità reale dell'arto inferiore. Nel 2006, Delahunt et al.⁽²⁴⁾ hanno scelto di analizzare a livello dell'anca la cinematica 3D e l'intensità di attivazione elettromiografica del retto femorale durante il cammino, in quanto attività funzionale che richiede un controllo preciso della stabilità dinamica della caviglia. Un inappropriato posizionamento del piede prima del contatto a terra durante il cammino, infatti, può avere un peso non indifferente nel mantenimento dei sintomi di CAI. Nel 2007, Van Deun et al.⁽²⁸⁾ hanno preferito, invece, valutare la latenza di attivazione muscolare e l'ordine nel pattern di attivazione di vari muscoli nel passaggio dalla posizione bipodolica a quella monopodolica ad occhi aperti e chiusi. In pazienti con problematiche muscolo scheletriche, questo task motorio è frequentemente usato in clinica per la valutazione e riabilitazione dei disturbi di equilibrio e della capacità di adattamento a situazioni diverse da parte del sistema di controllo neuromuscolare. In CAI, dove alterazioni di quest'ultimo sono confermate, è ragionevole presumere di riscontrare maggiori difficoltà di adattamento e meno variabilità nelle strategie di controllo come risposta alle diverse situazioni, con di conseguenza, rischio maggiore di recidive. C'è chi ha ritenuto più opportuno mimare il meccanismo lesionale di distorsione come situazione valutativa, come Beckman e Buchanan nel 1995⁽⁵⁾ che hanno proposto l'inversione improvvisa di caviglia, provocata da un'apposita piattaforma, e Fu e Hui Chain nel 2007⁽²⁶⁾ l'atterraggio a seguito di una caduta dall'alto. Webster e Gribble nel 2013⁽⁷⁾, infine, hanno optato per un esercizio che richiedesse un coinvolgimento maggiore della muscolatura dell'anca, come il *single leg rotational squat*.

Entrambe le modalità valutative in CCA e CCC contribuiscono ad ottenere dati rilevanti sulla performance muscolare, ma mettono in luce aspetti diversi, poco confrontabili tra loro. Nei compiti in CCA si può isolare maggiormente il muscolo valutato, evidenziando più chiaramente eventuali deficit di forza. Nell'esercizio in CCC, invece: l'arto inferiore viene testato in una modalità ad esso più fisiologica, infatti la sua funzionalità viene espressa principalmente in questa modalità ed in carico; i distretti di anca e caviglia vengono attivati contemporaneamente e, dovendo lavorare in maniera interdipendente e sinergica, può essere osservata la risposta dell'uno al variare della performance dell'altro; infine, è possibile riprodurre un gesto, che più si avvicina al meccanismo lesionale della distorsione.

La presenza riscontrata di sempre differenti modalità valutative ha contribuito a rendere il confronto tra gli studi ulteriormente difficile e con significato relativo.

4.2 ANALISI DEI RISULTATI DEGLI STUDI

Di seguito vengono presentati i risultati degli studi selezionati; a causa delle differenze metodologiche di selezione e caratteristiche del gruppo di studio, di parametri e di modalità valutative appena esposte, non sarà possibile un vero confronto tra essi. Si è scelto di riportarli suddivisi in base al parametro indagato, piuttosto che al gruppo muscolare, in modo da delineare in maniera generale quali di essi compromettano la performance del distretto dell'anca nel suo insieme. Ciò risponde alle esigenze ed agli obiettivi di un ipotetico piano di trattamento riabilitativo, dove l'intenzione sarà raggiungere un'ottimale prestazione dell'anca all'interno dell'unità funzionale dell'arto inferiore, non recuperare uno specifico muscolo.

4.2.1 PARAMETRI INDAGATI

4.2.1.1 FORZA MUSCOLARE

Quattro studi hanno scelto questo parametro nella loro indagine. Quasi tutti i risultati, anche se apparentemente non concordi considerando lo specifico gruppo muscolare, evidenziano la presenza di alterazioni significative della forza muscolare nel distretto dell'anca nell'arto inferiore CAI rispetto al gruppo controllo e all'arto inferiore sano del gruppo di studio. L'accordo maggiore è stato rilevato per la muscolatura abduztrice, dove, in CCA, differenze significative sono state rilevate in isometrica da due studi rispetto al gruppo controllo ⁽²⁷⁾ e all'arto inferiore sano del gruppo di studio ⁽⁶⁾, ma non in eccentrica da un altro ⁽³⁾. Tutti gli autori hanno indagato gli estensori, ma con risultati contrastanti. Friel et al. ⁽⁶⁾ non hanno trovato differenze significative rispetto all'arto inferiore sano del gruppo di studio in isometrica in CCA, ma non ritengono questo risultato strano: per gli stessi autori è ragionevole che questo gruppo muscolare, con attività principalmente sul piano sagittale, possa essere meno colpito in una lesione come la distorsione, che avviene soprattutto su quello frontale. Da tenere presente, però, che questo risultato è dato dal confronto esclusivo con l'arto inferiore sano del gruppo di studio, spesso compromesso anch'esso in CAI, come emerso in letteratura. Gribble e Robinson ⁽⁸⁾ e Negahban et al. ⁽³⁾ concordano sulla mancanza di differenza di forza negli estensori tra soggetti CAI e sani, indagata rispettivamente in concentrica ed eccentrica. Hubbart et al ⁽²⁷⁾, invece, hanno rilevato una debolezza significativa in isometrica nel confronto tra i due gruppi. Due studi, infine, hanno indagato i flessori, che risultano compromessi in eccentrica rispetto al gruppo controllo ⁽³⁾, ma non in concentrica ⁽⁸⁾.

Hubbard et al.⁽²⁷⁾ e Negahban et al.⁽³⁾ hanno sottolineato che i deficit da essi trovati, sono stati rilevati significativi anche rispetto all'arto inferiore sano del gruppo di studio rispetto al gruppo controllo.

Da dimostrare ora è se la presenza di alterazione di forza notata nell'anca sia effettivamente correlata alla presenza di CAI. A questo proposito, due studi hanno indagato la presenza di relazioni significative tra questo parametro ed altri indicatori di questa patologia e il rischio di riscontrarla. Hubbard et al.⁽⁹⁾ hanno verificato che un deficit di forza isometrica in CCA in abduzione è correlato con incapacità di mantenere la posizione monopodolica ad occhi chiusi (prove fallite e aumento dell'area del COP) e in abduzione/estensione con minor raggiungimento anteriore e postero-mediale nello SEBT. I risultati di Hubbard et al.⁽⁹⁾ sono rilevanti, in quanto lo SEBT è stato dimostrato essere valido e affidabile per la valutazione dell'equilibrio dinamico e l'alterazione dell'area del COP in monopodolica ad occhi chiusi è considerato indicativo della capacità di controllo posturale statico nei soggetti con CAI. La presenza di debolezza nel distretto dell'anca, perciò, può compromettere sia l'equilibrio dinamico che statico in questi soggetti.

Il passaggio successivo, cioè che deficit di forza ed equilibrio siano fattori di rischio di distorsione, però, non è confermato, è anzi smentito dai risultati dello studio prospettico di Mchugh et al.⁽²⁵⁾ inaspettati e in disaccordo con la letteratura precedente^(30,31). Gli stessi autori suppongono che ciò possa essere spiegato dal fatto che lo strumento da loro utilizzato per la valutazione dell'equilibrio (tempo di mantenimento della posizione monopodolica su pedana oscillante, senza contatto tra bordo e pavimento) non sia sofisticato e sensibile come la pedana con rilevazione di forza, usata dagli altri. Per quanto riguarda la forza, indagata in isometrica in flessori, abduttori ed estensori, gli autori non dichiarano ipotetiche spiegazioni, ma potrebbe essere che, essendo tutti i soggetti del gruppo di studio atleti, grazie all'allenamento regolare essi abbiano marginato in parte alla debolezza muscolare, che potrebbe però essere più rilevante come fattore di rischio in un campione di soggetti non sportivi.

4.2.1.2 ATTIVAZIONE MUSCOLARE

I sette studi rimanenti indagano attraverso una rilevazione elettromiografica l'intensità e la latenza di attivazione muscolare e l'ordine nel pattern di reclutamento di più muscoli. Tutti gli studi inseriti in questo paragrafo hanno riportato evidenza significativa di alterazioni, anche se relative a gruppi muscolari diversi, valutati in condizioni diverse.

In generale, gli studi che si sono focalizzati sul parametro latenza di attivazione hanno riportato un ritardo, sia in CCA che in CCC, della muscolatura dell'anca. In particolare è stato rilevato un ritardo di attivazione nel gruppo studio rispetto al gruppo controllo: di grande gluteo,

durante l'estensione d'anca da prono, correlato con una soglia maggiore di percezione della sensibilità vibratoria a livello della caviglia, da Bullock-Saxton⁽⁹⁾; del retto femorale nell'atterraggio da una caduta dall'alto da Fu e Hui Chain⁽²⁶⁾ e di TFL, ischio crurali mediali e medio gluteo nel passaggio dalla posizione bi podalica a quella monopodalica da Van Deun et al.⁽²⁸⁾.

Solo gli autori di uno studio, Beckman e Buchanan⁽⁵⁾, hanno rinvenuto in soggetti con storia di LAS rispetto ai sani un'anticipazione significativa del medio gluteo durante l'inversione improvvisa della caviglia, provocata da un'apposita piattaforma. Una caratteristica che differenzia la situazione valutativa da loro proposta, rispetto alle altre, è il fatto che la perturbazione in inversione a cui i soggetti devono reagire sia improvvisa. Anche nello studio di Fu e Hui Chain⁽²⁶⁾, quando la caduta è inaspettata, non viene registrato il ritardo rispetto al gruppo controllo; anche se in questo caso, la latenza è simile nei due gruppi, quindi non anomala. Questi due risultati potrebbero, però, suggerire l'attivazione di due circuiti neuromuscolari differenti in attività inaspettate e programmate. Negli studi di Beckman e Buchanan⁽⁵⁾ e Bullock-Saxton⁽¹⁷⁾ le differenze di latenza di attivazione muscolare sono state rilevate significative e in quello di Fu e Hui Chain⁽²⁶⁾ non significative, ma con un trend importante, anche tra arto inferiore sano del gruppo studio e gruppo controllo.

Delahunt et al.⁽²⁴⁾ e Webster e Gribble⁽⁷⁾, invece, hanno confrontato il parametro intensità di attivazione nel gruppo studio rispetto al gruppo controllo. I primi hanno rilevato un aumento dell'intensità di attivazione del retto femorale, durante il cammino su tapis-roulant a 4 km/h, prima dell'appoggio di tallone. I secondi hanno evidenziato un'attivazione significativamente minore di grande gluteo e minore, ma non significativa, di medio gluteo, durante il *single leg rotational squat* e nessuna differenza invece nel *rotational lunge*. I dati, però, sono ben poco comparabili: riguardano muscoli diversi e in attività con richiesta muscolare e posturale notevolmente differente.

Stessa considerazione vale per le conclusioni relative al parametro variabilità del pattern di attivazione. Bullock-Saxton et al.⁽²³⁾ hanno rilevato che durante l'estensione d'anca in posizione prona, a contrario dei sani dove l'ordine del pattern di attivazione di grande gluteo, ischio-crurali ed erettori spinali lombari è simile tra i vari componenti del gruppo, il gruppo studio conserva la somiglianza tra i due arti, ma presenta maggiore variabilità tra i soggetti. Van Deun et al.⁽²⁸⁾ registrano minor variabilità dell'ordine nel pattern di attivazione di peroneo lungo, tibiale anteriore, gastrocnemio mediale, vasto mediale obliquo, vasto laterale, TFL, ischio-crurali mediali e medio gluteo all'interno dello stesso soggetto del gruppo studio rispetto a uno del gruppo controllo, al variare del compito motorio, cioè il passaggio dalla posizione bipodalica a

quella monopodalica svolto ad occhi aperti o chiusi. Hanno notato, inoltre, che i soggetti CAI tendono ad attivare inizialmente la muscolatura delle regioni prossimali e successivamente quella della caviglia.

4.2.2 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DA PARTE DEGLI AUTORI

La scarsità e l'eterogeneità dei dati presenti in letteratura, e appena esposti, non hanno ancora permesso agli autori di giungere a delle conclusioni che possano spiegare in maniera più chiara l'instabilità cronica di caviglia. Hanno cercato, però, di dare un significato a quanto raccolto e fornire degli spunti per costruire un po' alla volta un modello interpretativo più corretto e vicino alla realtà. Una scorretta percezione sensoriale viene considerata da vari autori l'elemento chiave per spiegare il collegamento tra una lesione distale, quale la distorsione di caviglia, e la funzionalità di un'articolazione distante, cioè l'anca. Quest'idea è condivisa sia da Beckman e Buchanan ⁽⁵⁾ che da Bullock-Saxton^(23,17), nonostante abbiano analizzato due situazioni completamente diverse nei loro lavori. Beckman e Buchanan ⁽⁵⁾ sostengono che la spiegazione più plausibile a quanto da loro trovato sia l'esistenza di una catena di riflessi, generati inizialmente dai meccanocettori lesionati della caviglia CAI. Il soggetto cercherebbe di mantenere il controllo posturale con una strategia d'anca, anziché con una di caviglia, data la perdita di stabilità di questa articolazione per le ripetute distorsioni. Il riflesso da stiramento muscolare del medio gluteo non può chiarire l'attivazione precoce dello stesso, in quanto, nel compito analizzato, per la posizione del bacino si trova addirittura in accorciamento; allo stesso modo, un effetto sovra spinale non riuscirebbe a fornire una risposta così veloce come quella invece registrata. Anche Bullock-Saxton et al. ^(17,23) supportano l'idea della centralità della funzione sensoriale, tanto più perché proprio da essi è stata rilevata la correlazione tra percezione della sensibilità vibratoria a livello della caviglia e ritardo di attivazione del grande gluteo. Anzi, sostengono che questa ipotetica catena di riflessi non riguardi solo il lato colpito, ma prosegua dando origine alle alterazioni rilevate nell'arto inferiore controlaterale. Infine, Van Deun et al. ⁽²⁸⁾ sostengono che l'attivazione della muscolatura dell'arto inferiore dopo l'inizio dello spostamento dalla posizione bi podalica a quella monopodalica nei soggetti con CAI, anziché prima come nei sani, dipenda dal fatto che essi si affidano maggiormente per il controllo posturale a meccanismi di feedback, invece che di feedforward. Questi ultimi sono necessari per minimizzare le perturbazioni dell'equilibrio e compensare il ritardo intrinseco del circuito riflesso e la mancanza di essi proibisce ai soggetti CAI di reagire adeguatamente alle modificazioni del controllo posturale, aumentando il rischio di lesione. Ciò è ulteriormente aggravato dalla scarsa variabilità nel pattern di attivazione muscolare mostrata dal gruppo studio

rispetto al gruppo controllo, al variare dei parametri del compito motorio proposto. Il sistema neuromuscolare per garantire un controllo posturale ottimale, infatti, deve sapersi adattare alle varie situazioni e alle diverse perturbazioni di origine sia interna che esterna. La scarsa flessibilità registrata nei soggetti CAI, invece, può condurre, oltre che ad una performance peggiore, ad un rischio maggiore di recidiva. Questi autori pongono l'attenzione su un'altra idea come possibile ulteriore chiarimento del complesso quadro di CAI: suggeriscono la presenza in questi soggetti del fenomeno di riponderazione sensoriale, la cui presenza è già stata dimostrata in pazienti con *low back pain*. Secondo questo concetto, il SNC diminuirebbe l'affidamento per le informazioni propriocettive provenienti da una zona dove i dati sono confusi e l'aumenterebbe per quelle provenienti da zone dove i dati sono più attendibili. In questo caso, per compensare l'inaffidabilità della caviglia, verrebbero maggiormente tenute in considerazione le informazioni provenienti da ginocchio e anca. Tale strategia potrebbe essere sorta a seguito delle alterazioni del pattern di movimento causate dalla distorsione acuta o essere preesistente e causa di essa. Questo è un dubbio che la maggior parte degli autori si pone ragionando sui propri risultati, cioè se i parametri dei soggetti con LAS o CAI significativamente differenti da quelli dei sani siano causa o effetto della distorsione acuta. Questa è una domanda ancora senza risposta, che necessiterà della progettazione e realizzazione di studi prospettici per essere chiarita.

4.3 IMPLICAZIONI RIABILITATIVE

Molti degli autori, nonostante abbiano percorso strade diverse, hanno concluso i loro studi con delle riflessioni e degli spunti destinati all'aspetto riabilitativo, per tradurre nella pratica i risultati da loro ottenuti. Risultati che, scarsamente omogenei, poco confrontabili tra loro e non sempre in accordo, hanno un valore limitato. Ciò che emerge in maniera chiara, però, è che a seguito di distorsione, il problema spesso si cronicizza con la presenza di sintomi di instabilità e recidive, che non possono essere spiegati dalla presenza di deficit della sola caviglia.

È necessario, per questo, valutare in riabilitazione il soggetto con LAS o con sintomi di CAI in modo globale ^(3,6,23,17). Da questa tesi è emerso che nel distretto dell'anca effettivamente vi sono vari parametri alterati, anche se non è ancora possibile tirare delle somme e stabilire precisamente quali gruppi muscolari coinvolgono, se riguardano tutti i soggetti con CAI, se sono sorti precedentemente o successivamente alla distorsione acuta e perché si instaurano. La risposta a queste considerazioni, in ogni modo, avrebbe un effetto relativo nella pratica clinica. Il messaggio che emerge è la necessità di prestare attenzione al distretto dell'anca in soggetti con LAS o CAI, nell'ottica di considerare l'arto inferiore come unità funzionale. Sarà la valutazione del soggetto che porterà in luce gli impairment presenti e quanto questi effettivamente incidono

sulla sua funzionalità e partecipazione, delineando, così, gli obiettivi su cui dovrà basarsi il trattamento riabilitativo. In particolare, nel processo di valutazione, gli autori suggeriscono di porre attenzione sui seguenti aspetti: funzionalità muscolare delle articolazioni prossimali ^(6,7,17,23), percezione sensoriale ^(17,23) e controllo posturale, con attenzione alla variabilità dei pattern motori e l'efficacia dei meccanismi di feedforward messi in atto ⁽⁷⁾.

Beckman e Buchanan ⁽⁵⁾ si sono posti il quesito se, una volta rilevate queste alterazioni nel distretto dell'anca, sia effettivamente corretto andarle a trattare: non è ancora chiaro, infatti, se abbiano un'origine post-lesionale adattiva o mal adattiva. Considerandole adattive, e quindi scegliendo di non intervenire, si dovrà accettare il rischio di incorrere in possibili conseguenze della differente attivazione muscolare, quali: predisposizione articolare a cambiamenti degenerativi, forze di reazione articolare anomale e squilibrio muscolare. In caso contrario, si dovrà cercare di normalizzare i parametri alterati rinvenuti. Essi, come numerosi altri autori negli studi selezionati, ritengono sia più ragionevole questa seconda opzione; di conseguenza suggeriscono ai fisioterapisti di inserire ciò tra gli obiettivi del loro trattamento riabilitativo in soggetti con LAS o CAI ^(6,7,9,12,17,23,24,28).

Alcuni autori suggeriscono, in base a quanto emerso dai loro studi, delle indicazioni pratiche per il trattamento riabilitativo. Molti si soffermano sull'importanza di migliorare la funzionalità muscolare dell'anca ^(5,6,7,9,23,27), in quanto strettamente correlata ad un miglior controllo posturale statico e dinamico ^(6,9,27), come visto sopra. Beckman e Buchanan ⁽⁵⁾, ad esempio, consigliano l'utilizzo di esercizi in CCC, in modo da coinvolgere contemporaneamente il distretto di caviglia e anca ed agire sia su una migliore stabilità distale, che sulla prevenzione o correzione di anomali pattern muscolari prossimali. Webster e Gribble ⁽⁷⁾ propongono, in più, di aggiungere a tali esercizi componenti di movimento di taglio o rotatorie, come ad esempio il *single leg rotational squat*, per aumentare la sollecitazione a cui è sottoposto il grande gluteo e perché mimano gesti essenziali nell'attività sportiva e spesso causa di lesioni all'arto inferiore. Gli stessi hanno dimostrato che l'attivazione del grande gluteo in questo esercizio è significativamente maggiore rispetto che nel *rotational lunge* nei sani.

Altri autori, come Van Deun et al. ⁽²⁸⁾ e Hubbard et al. ⁽⁹⁾, raccomandano l'inserimento di esercizi che mirano, più che sul rinforzo della muscolatura, sull'allenamento del sistema di controllo neuromuscolare a scegliere la strategia motoria più appropriata per compiere un task motorio, in modo da arricchire la variabilità di pattern di attivazione muscolare, di cui il soggetto potrà disporre. Questo attraverso esercizi con parametri spesso differenti e che richiedano la messa in atto di aggiustamenti posturali anticipatori, attraverso meccanismi a feedforward, come, ad esempio, quelli in monopodalica di equilibrio. L'efficacia di questi nel migliorare il controllo

posturale in soggetti CAI è dimostrata in letteratura^(32,33). Delahunt et al. ⁽²⁴⁾, infine, raccomandano la rieducazione dello schema del cammino, spesso bypassata in favore di compiti più impegnativi, come il salto o esercizi di agilità.

4.4 LIMITI

La scarsa presenza di studi che riguardano la correlazione tra alterazioni nel distretto dell'anca in soggetti CAI e soprattutto la loro eterogeneità metodologica, relativa a selezione e caratteristiche del gruppo di studio e del gruppo controllo, parametri indagati e situazioni valutative scelte, sono un limite notevole per questo lavoro. Gli autori sono partiti da interpretazioni diverse di CAI, che hanno condizionato le scelte successive. Il fatto che manchi, infatti, una definizione condivisa di CAI da parte dei clinici e della comunità scientifica è un'altra criticità importante.

Anche se il messaggio finale generale è chiaro, cioè che effettivamente vi sia una correlazione tra la presenza di CAI e la funzionalità del distretto dell'anca, non si sono potute trarre informazioni più precise. Paragonando gli studi, sono state espresse sì delle considerazioni, ma delle quali più volte si è ribadito il valore relativo. Gli stessi autori, spesso, esprimevano l'impossibilità di fornire prove a sostegno o a smentita di quanto emerso dai loro lavori per la mancanza di indagini simili in letteratura.

Molti di essi hanno riconosciuto come limite della loro ricerca il non avere un disegno prospettico, ma di cominciare l'indagine solo dopo la distorsione acuta. Questo non ha permesso di chiarire se i parametri fossero alterati già prima della lesione o lo siano diventati dopo. Anche la dimensione del campione di soggetti analizzati, secondo il parere di alcuni autori, avrebbe dovuto essere maggiore, in modo da ottenere potere statistico maggiore dai risultati ottenuti.

4.5 FUTURE RICERCHE

La maggior parte degli autori sottolineano l'importanza di continuare a svolgere attività di ricerca in questa direzione, perché la conoscenza di CAI e degli aspetti ad essa correlati è ancora molto limitata ed incerta. Condizione basilare e necessaria perché i lavori futuri possano avere maggiore riscontro è stabilire una definizione chiara e condivisa di questa patologia, che ancora manca.

Gli autori suggeriscono principalmente quattro direzioni verso cui indirizzare l'attenzione negli studi futuri:

- Indagare in modo più sistematico e prospettico i fattori che possono contribuire all'insorgenza e al mantenimento di CAI. Quali:

- la performance muscolare dell'anca esplorando: diverse modalità di contrazione muscolare, velocità di esecuzione dell'esercizio e tipologie di situazioni valutative;
- ruolo di altre articolazioni, ad esempio ginocchio e colonna;
- relazione tra l'alterazione della sensibilità e la programmazione motoria;
- approccio riabilitativo iniziale, scarico o ripresa precoce delle attività, e conseguenze nel lungo termine;
- controllo posturale, ad esempio con integrazioni tra dati elettromiografici e goniometrici o con strumenti più sofisticati (piattaforma con rilevatore di forza);
- Se trattamenti riabilitativi mirati possono risolvere i deficit individuati, ad esempio l'efficacia degli esercizi di squat sulla performance della muscolatura glutea;
- Se la risoluzione dei deficit individuati influisce effettivamente sulla funzionalità del soggetto e sulla sua qualità di vita.

Ora si è solo all'inizio del percorso da svolgere per giungere ad una presa in carico corretta di questi pazienti. Sarebbe importante, però, investire energie in questa direzione, data sia la frequenza con cui questa patologia si propone sia i costi di gestione che essa comporta.

5.

CONCLUSIONE

Dalla revisione della letteratura svolta è emerso che la funzionalità del distretto dell'anca in soggetti con CAI può essere compromessa. Data l'eterogeneità di intenti e metodologica dei pochi studi presenti sull'argomento non è ancora possibile ad oggi trarre delle conclusioni chiare su quali siano i gruppi muscolari coinvolti, quali parametri determinino l'alterazione della performance rilevata e in quali situazioni motorie emergano in maniera preponderante.

Gli autori, infatti, hanno misurato in soggetti con CAI rispetto ai sani: debolezza muscolare, attraverso l'uso di dinamometro manuale o isocinetico, diversa latenza e intensità di attivazione muscolare e differente ordine nel pattern di reclutamento di più muscoli, attraverso rilevazioni elettromiografiche. Questi deficit sono stati rilevati in diversi gruppi muscolari e in diverse situazioni valutative. Nessun risultato è completamente paragonabile ad un altro metodologicamente, per questo non si possono supportare o confutare l'un l'altro.

Gli autori hanno cercato di dare un significato a quanto raccolto, proponendo dei modelli interpretativi che spieghino la relazione tra CAI e il distretto dell'anca; la maggior parte di essi identificano come elemento chiave la scorretta percezione sensoriale, alterata o per danno dei meccanocettori della caviglia o per una differente elaborazione degli input da parte del SNC (strategie di feedback anziché feedforward, riponderazione sensoriale). Questi sono tutti spunti molto interessanti, che integrati con future ricerche, potrebbero contribuire a delineare in maniera più chiara il fenomeno di CAI.

I risultati, anche se differenti, hanno permesso agli autori di suggerire un messaggio riabilitativo unanime: è essenziale valutare l'arto inferiore in maniera globale, considerandolo un'unità funzionale, e prestare attenzione alle articolazioni prossimali, quali l'anca, anche nel caso di lesioni distali, come la distorsione di caviglia. A seconda di cosa emergerà deficitario dall'esame iniziale, si andranno a programmare adeguati obiettivi riabilitativi riguardanti altri distretti, da integrare con quelli già comunemente proposti per la caviglia. Gli autori suggeriscono di focalizzarsi sull'ottenimento di un'ottimale performance della muscolatura glutea, sulla rieducazione di un corretto schema del passo e sulla capacità di far fronte a situazioni motorie che richiedono elevate capacità di coordinazione ed equilibrio.

Queste ultime considerazioni necessitano, però, di conferma in letteratura.

BIBLIOGRAFIA

- (5) Beckman, S. M., & Buchanan, T. S. (1995). Ankle inversion injury and hypermobility: Effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(12), 1138-1143.
- (16) Bernier, J. N., Perrin, D. H., & Rijke, A. (1997). Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *Journal of Athletic Training*, 32(3), 226-232.
- (17) Bullock-Saxton, J. E. (1994). Local sensation changes and altered hip muscle function following severe ankle sprain. *Physical Therapy*, 74(1), 17-28; discussion 28-31.
- (23) Bullock-Saxton, J. E., Janda, V., & Bullock, M. I. (1994). The influence of ankle sprain injury on muscle activation during hip extension. *International Journal of Sports Medicine*, 15(6), 330-334.
- (21) Caulfield, B., & Garrett, M. (2004). Changes in ground reaction force during jump landing in subjects with functional instability of the ankle joint. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 19(6), 617-621.
- (19) Cornwall, M., & Murrell, P. (1991). Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Podiatr Med Assoc.*, 81(5), 243-247.
- (4) de Noronha, M., Refshauge, K. M., Crosbie, J., & Kilbreath, S. L. (2008). Relationship between functional ankle instability and postural control. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38(12), 782-789.
- (24) Delahunt, E., Monaghan, K., & Caulfield, B. (2006). Altered neuromuscular control and ankle joint kinematics during walking in subjects with functional instability of the ankle joint. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(12), 1970-1976.
- (14) Fox, J., Docherty, C., Schrader, J., & Applegate, T. (2008). Eccentric plantar-flexor torque deficits in participants with functional ankle instability. *J Athl Train*, 43(51)
- (6) Friel, K., McLean, N., Myers, C., & Caceres, M. (2006). Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *Journal of Athletic Training*, 41(1), 74-78.

- (26) Fu, S. N., & Hui-Chan, C. W. (2007). Modulation of prelanding lower-limb muscle responses in athletes with multiple ankle sprains. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1774-1783.
- (29) Gribble, P., Hertel, J., & Denegar, C. R. (2005). Chronic ankle instability creates strength deficit in proximal muscle groups. *J Athl Train*, 40(28)
- (13) Gribble, P. A., & Robinson, R. H. (2009). Alterations in knee kinematics and dynamic stability associated with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 44(4), 350-355.
- (8) Gribble, P. A., & Robinson, R. H. (2009). An examination of ankle, knee, and hip torque production in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(2), 395-400.
- (18) Gross, M. (1987). Effects of recurrent lateral ankle sprains on active and passive judgments of joint position. *phys ther.* 1987;67:1505-1509. *Phys Ther.*, 67, 1505-1509.
- (10) Hartsell, H. D., & Spaulding, S. J. (1999). Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *British Journal of Sports Medicine*, 33(4), 255-258.
- (33) Holme, E., Magnusson, S. P., & Becher, K. e. a. (1999). The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense, and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *scand. J. med. sci. sports* 9:104 – 109, 1999. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 9, 104-109.
- (27) Hubbard, T. J., Kramer, L. C., Denegar, C. R., & Hertel, J. (2007). Contributing factors to chronic ankle instability. *Foot & Ankle International./ American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*, 28(3), 343-354.
- (9) Hubbard, T. J., Kramer, L. C., Denegar, C. R., & Hertel, J. (2007). Correlations among multiple measures of functional and mechanical instability in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 361-366.
- (33) Janda, V. (1978). Janda V. muscles, motor regulation and back problems. . *Korr IM, Ed. the Neurologic Mechanisms in Manipulative Therapy.*, , 27-41.
- (15) Kaminski, T. W., & Hartsell, H. D. (2002). Factors contributing to chronic ankle instability: A strength perspective. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 394-405.

- (34) Lee, S. P., & Powers, C. (2013). Fatigue of the hip abductors results in increased medial-lateral center of pressure excursion and altered peroneus longus activation during a unipedal landing task. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 28(5), 524-529.
- (30) McGuine, T. A., Greene, J. J., Best, T., & Levenson, G. (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. 2000;10:239-244. *Clin J Sport Med.*, 10, 239-244.
- (25) McHugh, M. P., Tyler, T. F., Tetro, D. T., Mullaney, M. J., & Nicholas, S. J. (2006). Risk factors for noncontact ankle sprains in high school athletes: The role of hip strength and balance ability. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(3), 464-470.
- (3) Negahban, H., Moradi-Bousari, A., Naghibi, S., Sarrafzadeh, J., Shaterzadeh-Yazdi, M. J., Goharpey, S., et al. (2013). The eccentric torque production capacity of the ankle, knee, and hip muscle groups in patients with unilateral chronic ankle instability. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(2), 144-152.
- (35) Neptune, R. R., Wright, I. C., & van den Bogert, A. J. (1999). Muscle coordination and function during cutting movements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(2), 294-302.
- (36) Perrin, P. P., Bene, M. C., Perrin, C. A., & Durupt, D. (1997). Ankle trauma significantly impairs posture control--a study in basketball players and controls. *International Journal of Sports Medicine*, 18(5), 387-392.
- (20) Ross, S. E., Guskiewicz, K. M., Gross, M. T., & Yu, B. (2009). Balance measures for discriminating between functionally unstable and stable ankles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(2), 399-407.
- (1) Safran, M. R., Benedetti, R. S., Bartolozzi, A. R., 3rd, & Mandelbaum, B. R. (1999). Lateral ankle sprains: A comprehensive review: Part 1: Etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(7 Suppl), S429-37.
- (36) Safran, M. R., Zachazewski, J. E., Benedetti, R. S., Bartolozzi, A. R., 3rd, & Mandelbaum, B. R. (1999). Lateral ankle sprains: A comprehensive review part 2: Treatment and rehabilitation with an emphasis on the athlete. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(7 Suppl), S438-47.
- (37) Snyder, K. R., Earl, J. E., O'Connor, K. M., & Ebersole, K. T. (2009). Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 24(1), 26-34.
- (31) Tropp, H., Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1984). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc.*, 16, 64-66.

- (28) Van Deun, S., Staes, F. F., Stappaerts, K. H., Janssens, L., Levin, O., & Peers, K. K. (2007). Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(2), 274-281.
- (2) Waterman, B. R., Owens, B. D., Davey, S., Zacchilli, M. A., & Belmont, P. J., Jr. (2010). The epidemiology of ankle sprains in the united states. *The Journal of Bone and Joint Surgery.American Volume*, 92(13), 2279-2284.
- (7) Webster, K. A., & Gribble, P. A. (2013). A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 14(1), 17-22.
- (32) Wester, J. U., Jespersen, S. M., Nielsen, K. D., & Neumann, L. (1996). Wobble board training after partial sprains of the lateral ligament of the ankle: A prospective randomized study. 23:332 – 336, 1996. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 23, 332-336.
- (22) Wikstrom, E. A., Tillman, M. D., & Borsa, P. A. (2005). Detection of dynamic stability deficits in subjects with functional ankle instability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(2), 169-175.
- (11) Willems, T., Witvrouw, E., Verstuyft, J., Vaes, P., & De Clercq, D. (2002). Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 487-493.
- (12) Yildiz, Y., Aydin, T., Sekir, U., & et al. (2003). Peak and end range eccentric evertor/concentric invertor muscle strength ratios in chronically unstable ankles: Comparison with healthy individuals. *J Sports Sci Med*, 70(6)