



Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA
PRESIDENTE: *Ch.mo Prof. Raffaele De Caro*

TESI DI LAUREA

Forza ed articolarià all'anca in soggetti sportivi con frequenti episodi distorsivi alla caviglia: studio osservazionale

**(Hip strength and range of motion in sportive subjects with
recurrent ankle sprain: observational study)**

RELATORE: Prof. Giorgio Granzotto
Correlatore: Ft. Davide Venturin

LAUREANDA: Federica Corrà

Anno Accademico 2015-2016

INDICE

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	2
INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1 Anatomia e fisiologia dell'arto inferiore	5
1.1 Caviglia	5
1.2 Ginocchio	7
1.3 Anca	8
1.4 Allineamento arto inferiore	9
CAPITOLO 2 Studio cinematico	10
2.1 Biomeccanica dell'arto inferiore nella deambulazione	10
2.2 Biomeccanica delle articolazioni nella corsa	12
2.3 Momenti delle forze trasmessi alla caviglia	12
2.3.1 Forze esterne (Ground Reaction Force)	
2.3.2 Forze interne (forze muscolari)	
CAPITOLO 3 Traumi distorsivi	16
3.1 Generalità	16
3.2 Meccanismo distorsivo nel cammino e nella corsa	17
3.3 Meccanismo distorsivo nella ricaduta da un salto e nel cambio di direzione	18
CAPITOLO 4 Instabilità ed alterazione della forza e dell'articolarià	19
4.1 Instabilità cronica di caviglia	19
4.2 Instabilità meccanica di caviglia	20
4.2.1 Limitazioni artrocinematiche	
4.3 Instabilità funzionale di caviglia	21
4.3.1 Debolezza muscolare ed anca	
CAPITOLO 5 Materiali e metodi	23
5.1 Approvazione del Comitato Etico	23
5.2 Campione	23
5.2 Strumenti di valutazione	25
5.2.1 Test articolari	
5.2.2 Test di forza	
5.4 Analisi statistica	27

CAPITOLO 6 Risultati	28
6.1 Valutazione della forza	28
6.1.1 Abduttori d'anca	
6.1.2 Estensori, flessori, rotatori interni ed esterni d'anca	
6.2 Valutazione del Range of Movement	29
6.2.1 Range of Movement in estensione d'anca	
6.2.2 Range of Movement in rotazione esterna d'anca	
6.2.3 Range of Movement in flessione d'anca	
6.2.4 Range of Movement in rotazione interna d'anca	
 DISCUSSIONE	 32
 CONCLUSIONI	 36
 BIBLIOGRAFIA	 i
 ALLEGATI	 A
Allegato 1: Questionario paziente	A
Allegato 2: Valutazione della forza	F
Allegato 3: Approvazione del Comitato Etico	I

RIASSUNTO

Background: la distorsione di caviglia è un evento traumatico molto frequente e spesso sottovalutato nella popolazione ed in particolare nei soggetti sportivi. Dopo una distorsione di caviglia viene posta molta attenzione alla caviglia lesa, mentre viene scarsamente considerato come il conseguente dolore e l'alterato cammino con una errata distribuzione del carico sugli arti inferiori influiscano sull'intera catena cinetica.

Obiettivo: valutare sperimentalmente se esiste una correlazione tra il deficit di forza all'anca e/o l'alterata articolarietà in questo distretto con la recidiva di distorsione di caviglia.

Materiali e metodi: dopo aver eseguito un'indagine bibliografica (PubMed, Cochrane, PEDro), sono stati ricercati all'interno della popolazione sportiva atleti che riferissero di aver avuto almeno un episodio distorsivo alla caviglia. A questi soggetti, dopo la sottoscrizione del consenso informato, è stato somministrato un questionario per verificare che rispondessero ai criteri di inclusione fissati per lo studio. Sulla base di questo sono stati selezionati 12 soggetti, i quali sono successivamente stati sottoposti alla valutazione della forza e dell'articolarietà al distretto dell'anca. L'arto sano è stato utilizzato come gruppo di controllo.

Risultati: dalle valutazioni non sono emersi dati statisticamente significativi. Nonostante questo la forza degli abduttori d'anca (p-value=0,06) e l'articolarietà degli estensori (p-value=0,1) e dei rotatori esterni (p-value=0,12) d'anca sono risultati deficitari nell'arto con frequenti episodi distorsivi alla caviglia rispetto al controlaterale sano con una significatività statistica interessante.

Conclusioni: i risultati evidenziano che la maggior parte dei soggetti inclusi nello studio presenta un deficit di forza agli abduttori d'anca e di articolarietà nei movimenti di estensione e rotazione esterna nell'arto con frequenti episodi distorsivi alla caviglia rispetto al controlaterale sano. I protocolli riabilitativi dopo una distorsione di caviglia dovrebbero considerare, oltre alla caviglia lesa, le strutture più prossimali; in particolare sarebbe importante proporre degli esercizi per incrementare la forza degli abduttori ed aumentare la mobilità in estensione ed in rotazione esterna d'anca. Sono tuttavia necessari futuri studi con una maggiore numerosità campionaria per aumentare la forza delle ipotesi formulate in questo studio.

ABSTRACT

Background: ankle sprain is a traumatic event that is very common and often underestimated by the population and in particular by sportive subjects. After an ankle sprain the attention is mainly focused on the injured ankle, considering less how the consequent pain and the changed way to walk, with a wrong distribution of the weight on the lower limb, affects the entire kinetic chain.

Objective: evaluate experimentally whether there is a relationship between hip strength deficit and/or impaired range of movement in this district, and the recurrent ankle sprain.

Materials and methods: after a bibliographical survey (PubMed, Cochrane, PEDro), have been sought athletes within the sporting population who referred to have had at least one episode of ankle sprain. To these subjects, after signing the informed consent, a questionnaire was administered in order to verify that they met the inclusion criteria for the study. Based on this, 12 subjects were selected, which were subsequently subjected to the evaluation of the strength and of the range of movement in the hip district. The uninjured limb was used as control group.

Results: statistical significant data did not emerge from the evaluations. Despite this, the strength of the hip abductors (p-value=0,06) and the range of movement of the hip extensors (p-value=0,1) and of the hip external rotators (p-value=0,12) proved a deficit in the limb with recurrent ankle sprain compared to the healthy side with an interesting statistical significance.

Conclusions: the results show that most of the subjects included in the study presents a strength deficit of the hip abductors and a deficit of the range of movement in extension and external rotation in the limb with recurrent ankle sprain compared to the healthy one. The rehabilitation protocols after an ankle sprain should consider, in addition to the injured ankle, the most proximal structures; in particular it would be important to propose exercises to increase the strength of the hip abductors and to increase mobility of the hip in extension and external rotation. However, future studies are needed with a larger sample size to increase the strength of the hypothesis of this study.

INTRODUZIONE

L'interesse e la volontà di approfondire questo argomento nasce dall'esperienza personale in ambito sportivo, dove nel corso degli anni ho potuto notare come la frequenza di distorsioni alla caviglia e la recidiva rispetto a questo evento traumatico sia altissima.

Studi presenti in letteratura dimostrano che la caviglia è uno dei distretti più frequentemente lesionati (11.2-20.8%), preceduta solamente dal ginocchio [1], e che l'85% di queste lesioni sono distorsioni (frequenti negli sport su campo e negli sport di squadra); il 73% di questi infortuni diventa ricorrente, venendosi a definire il quadro di instabilità cronica di caviglia (CAI), che ha due cause principali: l'instabilità meccanica (lassità legamentosa patologica del distretto della caviglia ed alterazioni nell'artrocinematica) e l'instabilità funzionale (deficit posturali, di controllo neuromuscolare, propriocettivi, debolezza muscolare). [2]

A causa dell'alta frequenza di questa problematica nella popolazione ed in particolare nei soggetti sportivi, e sapendo che una precedente distorsione è il fattore predittivo più importante per una futura lesione, risulta fondamentale capire quali strutture e parametri indagare e su quali successivamente lavorare tramite la terapia manuale e la rieducazione funzionale per prevenire il trauma distorsivo ed il ripetersi degli eventi futuri.

Dopo una distorsione viene posta molta attenzione alla caviglia lesa mentre viene scarsamente considerato come il conseguente dolore e l'alterato cammino con una errata distribuzione del carico sugli arti inferiori influiscano sull'intera catena cinetica.

Molti esperti si focalizzano sul rinforzo della muscolatura alla caviglia e sulla sua artrocinematica con l'obiettivo di ridurre la recidiva rispetto a questo evento, senza considerare i cambiamenti che possono avvenire nelle articolazioni più prossimali, in particolare all'anca dove un deficit nel controllo o nella forza della muscolatura può causare un aumento del momento adduttore da cui ne deriva un improprio posizionamento del piede al momento del contatto al suolo, che predisporrebbe ad un maggior rischio di distorsione di caviglia.

Solo pochi studi presenti in letteratura sono andati ad analizzare la possibile relazione fra il deficit di forza all'articolazione dell'anca ed i soggetti con instabilità di caviglia; inoltre nessuno ha ipotizzato e valutato la possibile relazione con il range di movimento dell'articolazione dell'anca.[21][22]

Di qui l'idea e l'obiettivo della mia tesi osservazionale:

- Condurre una revisione bibliografica mirata sull'argomento;
- Sulla base dei dati emersi, predisporre un protocollo valutativo ed applicarlo ad una serie di casi con instabilità funzionale soggettiva di caviglia;
- Valutare se esiste una correlazione tra il deficit di forza all'anca e/o l'alterata articolarietà in questo distretto con la recidiva di distorsione di caviglia;
- Sui dati ottenuti verrà condotta un'analisi statistica descrittiva ed inferenziale tramite l'utilizzo del t-test.

CAPITOLO 1: ANATOMIA E FISIOLOGIA DELL'ARTO INFERIORE

1.1 Caviglia

L'unità funzionale caviglia-piede è formata da tre articolazioni principali: l'articolazione tibio-tarsica, la subtalare e la tibio-peroneale distale. Questa struttura deve garantire contemporaneamente, attraverso una complessa interazione strutturale e funzionale tra le articolazioni, il tessuto connettivo ed i muscoli, modulabilità e stabilità, e fornire inoltre importanti misure di feedback per i muscoli degli arti inferiori (AAII). Questo perché durante il cammino, la corsa, il salto ed i cambi di direzione la caviglia deve essere in grado di ammortizzare gli impatti con il suolo, di adattarsi ai diversi tipi di terreno e di resistere alle forze propulsive. [3]

L'articolazione tibio-tarsica è una troclea a ginglino angolare, formata dalle superfici articolari superiore e laterali dell'astragalo, dalla componente distale della tibia e dai malleoli tibiale e peroneale, che nell'insieme formano il mortaio tibio-peroneale. È parte integrante della troclea tibio-tarsica anche l'articolazione tibio-fibulare distale che garantisce un'unione stabile tra queste due ossa, fondamentale per la stabilità e la funzione dell'articolazione tibio-tarsica.

La superficie trocleare della tibia è concava in senso antero-posteriore e leggermente convessa trasversalmente e si articola con la superficie superiore e mediale del corpo dell'astragalo, mentre la superficie laterale di questo si articola con la superficie mediale del malleolo peroneale.

Essendo una troclea, l'articolazione tibio-tarsica ha solo un grado di libertà, e permette i movimenti di flessione dorsale e flessione plantare. L'asse di movimento passa attraverso il corpo del talo e le estremità inferiori di entrambi i malleoli, ma poiché il malleolo laterale è inferiore e posteriore rispetto al mediale, l'asse di rotazione non è latero-laterale puro, ma è inclinato di poco superiormente ed anteriormente: esso devia di 10° nel piano frontale e di 6° nel piano orizzontale. A causa di questa inclinazione dell'asse di rotazione, la flessione dorsale è associata a minime componenti di abduzione ed eversione, e la flessione plantare ad adduzione ed inversione.

La posizione di riposo dell'articolazione tibio-tarsica è a circa 10° di flessione plantare, mentre la posizione 0 è con il piede a 90° rispetto alla gamba. Da questo punto, l'articolazione permette circa $15-25^\circ$ di flessione dorsale e $40-55^\circ$ di flessione plantare; i movimenti non avvengono mai isolati ma sempre in combinazione a movimenti dell'articolazione subtalare e del medio piede. I principali muscoli flessori dorsali sono

il tibiale anteriore, l'estensore lungo delle dita e dell'alluce, i flessori plantari sono invece il tricipite surale, i peronieri, il tibiale posteriore e il flessore lungo delle dita e dell'alluce.

A causa della conformazione della superficie trocleare dell'astragalo più larga anteriormente e più stretta posteriormente, l'articolazione tibio-tarsica ha un'elevata stabilità naturale in flessione dorsale (close-packed position, per la massima congruità tra le superfici articolari), poiché in questa posizione la parte anteriore dell'astragalo, la più ampia, viene a trovarsi nel mortaio tibio-peroneale; al contrario la massima flessione plantare risulta essere la posizione meno stabile per la caviglia. Inoltre l'articolazione ha una maggior stabilità in eversione a causa della robustezza del legamento deltoideo e del blocco osseo fornito dal malleolo laterale.

L'articolazione tibio-tarsica è circondata da una sottile capsula rinforzata da legamenti collaterali mediali e laterali, che le danno stabilità.

L'apparato legamentoso mediale è formato dal legamento deltoideo, molto ampio e robusto, che ha una forma triangolare; esso si divide in quattro fasci: il legamento tibio-astragalico anteriore, il tibio-navicolare, il tibio-calcaneare ed il tibio-astragalico posteriore. La funzione principale del legamento deltoideo è quella di dare stabilità mediale all'articolazione, limitando l'eversione.

L'apparato legamentoso laterale (figura 1) è formato invece dai legamenti collaterali laterali, che originano dal malleolo peroneale e si portano in basso in tre distinti fasci: il legamento peroneoastragalico anteriore (PAA), il peroneo calcaneare ed il peroneoastragalico posteriore (PAP). Questo complesso legamentoso è meno robusto rispetto al mediale, ed ha la funzione stabilizzare lateralmente la caviglia.

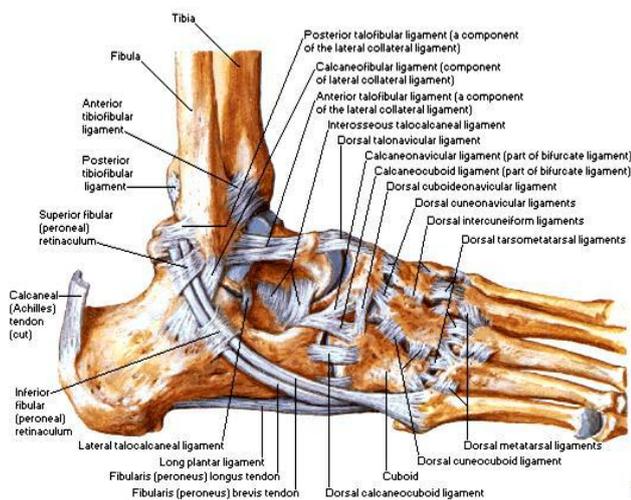


Figura 1

Ognuno dei legamenti prima detti ha un diverso ruolo nel limitare i differenti movimenti articolari: l'abduzione dell'astragalo è controllata dai legamenti tibio-calcaneare e tibio-navicolare, l'adduzione dal peroneo-calcaneare; la flessione plantare è limitata dal PAA e dal tibio-astragalico anteriore, la

dorsiflessione dal PAP e dal tibio-astragalico posteriore; l'eversione è frenata dal legamento deltoideo e l'inversione dai legamenti del comparto laterale.

Inoltre l'articolazione tibio-tarsica riceve stabilità attiva dai tendini della muscolatura estrinseca del piede che, in base al loro decorso, rinforzano l'azione di stabilizzazione dei legamenti: i peronei sul versante laterale, tibiale anteriore, estensore lungo delle dita e dell'alluce e peroneo terzo anteriormente; tibiale posteriore, flessore lungo delle dita e dell'alluce medialmente e tricipite surale posteriormente.

L'ultima articolazione che entra a far parte del distretto anatomico della caviglia è l'articolazione subtalare, tra il calcagno e l'astragalo, che permette i movimenti di pronazione (20-25°) e supinazione (50° circa). I principali muscoli responsabili della pronazione sono i peronieri, della supinazione i tibiali.

1.2 Ginocchio

Il ginocchio costituisce una complessa articolazione che, per la sua posizione intermedia nell'arto inferiore, necessita da un lato di una buona stabilità utile per sostenere e trasmettere le numerose sollecitazioni provenienti dall'anca e dalla caviglia, dall'altro di una buona mobilità; quest'articolazione ha un forte legame funzionale con gli altri distretti dell'arto inferiore: i movimenti al ginocchio raramente avvengono indipendentemente dai movimenti delle altre articolazioni dell'arto inferiore, e questo perché i 2/3 dei muscoli che attraversano il ginocchio attraversano anche anca e caviglia. [3] [12]

L'articolazione del ginocchio è formata da due articolazioni distinte: la tibio-femorale e la femoro rotulea. Le close-packed position sono rispettivamente l'estensione associata alla rotazione esterna per la prima, la massima flessione per la seconda.

I movimenti al ginocchio avvengono in due piani, flessione (130-150°) ed estensione (5-10°) sul piano sagittale e rotazione interna ed esterna sul piano orizzontale.

Il principale muscolo estensore del ginocchio è il quadricipite, formato dai vasti mediale, laterale ed intermedio e dal retto femorale; i vasti rappresentano l'80% del momento estensorio totale del ginocchio, mentre il restante 20% è dovuto alla contrazione del retto. I flessori del ginocchio sono gli hamstring (bicipite femorale, semitendinoso e semimembranoso), il sartorio, il gracile ed il popliteo. Il bicipite femorale svolge inoltre l'azione di rotazione esterna della gamba, mentre semitendinoso, semimembranoso, sartorio, gracile e popliteo sono rotatori interni. [3]

[4]

1.3 Anca

L'anca è l'articolazione tra la testa del femore e l'acetabolo (articolazione coxo-femorale); essa è un punto dinamico di transizione tra i movimenti degli arti inferiori e del tronco ed ha un ruolo chinesiológico fondamentale per i movimenti di una grande parte del corpo. [3]

L'articolazione coxo-femorale è un'artrosi e permette 3 gradi di movimento: flessione (125°) ed estensione (20°) sul piano sagittale, adduzione (35°) ed abduzione (40°) sul piano frontale, rotazione interna (35°) e rotazione esterna (45°) sul piano orizzontale.

I principali muscoli flessori dell'anca sono l'ileo-psoas, il sartorio, il tensore della fascia lata (TFL), il retto femorale, l'adduttore lungo ed il pettineo; gli estensori sono il grande gluteo, gli hamstring ed il grande adduttore.

I muscoli che principalmente effettuano il movimento di rotazione esterna sono il grande gluteo, il piriforme, l'otturatore interno, i gemelli superiore ed inferiore ed il quadrato del femore. Per quanto riguarda la rotazione interna non esistono rotatori interni primari perché in posizione anatomica nessun muscolo è orientato allineato con il piano orizzontale; tuttavia alcuni rotatori interni secondari permettono questo movimento: le fibre anteriori del piccolo e del medio gluteo, il TFL e la porzione posteriore del grande adduttore.

Infine i movimenti di abduzione ed adduzione avvengono attorno ad un asse sagittale; i muscoli responsabili dell'abduzione sono il medio gluteo, il piccolo gluteo ed il TFL, dell'adduzione invece il pettineo, l'adduttore lungo, il gracile, l'adduttore breve ed il grande adduttore. [12] [3]

La close-packed position dell'articolazione coxo-femorale è in massima estensione, lievi rotazione interna ed abduzione; questo è uno dei pochi casi in cui la close-packed position non coincide con la posizione di massima congruenza articolare che è a 90° di flessione, lievi abduzione e rotazione esterna.

La stabilità ossea intrinseca di questa articolazione è aumentata da alcuni elementi quali il labbro acetabolare, l'apparato capsulo-legamentoso e i robusti muscoli della regione dell'anca che forniscono una stabilizzazione dinamica all'anca. [3] [4] [12]

1.4 Allineamento arto inferiore

L'allineamento tra anca, ginocchio e caviglia ha ricevuto un considerevole interesse come potenziale fattore di rischio per le lesioni all'arto inferiore. [13]

L'angolo del quadricipite, o angolo Q, è formato dall'intersezione di due linee: la prima congiungente la spina iliaca antero-superiore (SIAS) ed il centro della rotula, ossia la linea che rappresenterebbe il vettore di forza del quadricipite femorale, e la seconda che va dal centro della rotula alla tuberosità tibiale anteriore e che rappresenta l'asse anatomico della rotula. L'angolo Q differisce leggermente nei due sessi, essendo normalmente compreso tra 10 e 12° nell'uomo e tra 15 e 18° nella donna; in generale, quando maggiore di 20°, viene considerato patologico. [3]

L'angolo Q è un importante indicatore della funzione biomeccanica e dell'allineamento dell'arto inferiore, e dei valori di quest'angolo che risultano esterni rispetto al normale range possono essere un potenziale fattore di rischio per una distorsione di caviglia. [13]

CAPITOLO 2: STUDIO CINEMATICO

2.1 Biomeccanica delle articolazioni nella deambulazione

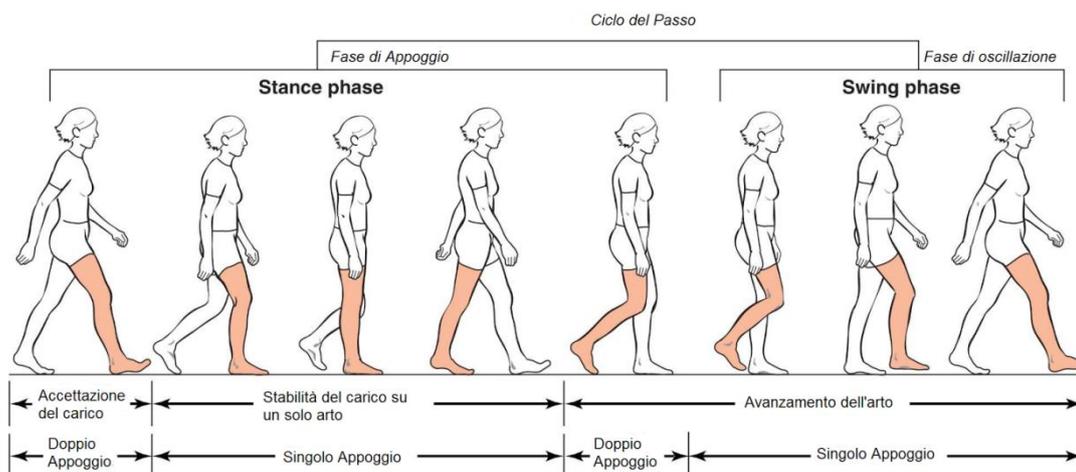


Figura 2

Il ciclo del passo è il periodo che va dal momento in cui si stabilisce il contatto iniziale al suolo di un piede fino al successivo contatto iniziale al suolo dello stesso piede; questo periodo viene suddiviso nel cammino normale in una prima fase, detta di appoggio (stance phase), che rappresenta circa il 60% di tutto il ciclo ed una seconda, detta di oscillazione (swing phase), che costituisce il rimanente 40% (figura 2).

La fase di appoggio può essere suddivisa in 5 parti:

- Contatto iniziale (0-2% del ciclo del passo): inizia con il contatto al suolo del tallone (heel strike); in questo momento l'anca è in flessione di circa 30°, il ginocchio è quasi completamente esteso, la caviglia è in posizione neutra o leggermente flessa plantarmente. A livello dell'anca, per contrastare il momento flessorio, si attivano il grande gluteo, il grande adduttore ed gli ischio crurali; questi ultimi impediscono anche l'iperestensione del ginocchio. Immediatamente dopo il contatto avviene l'abbassamento del piede al suolo controllato da una contrazione eccentrica del tibiale anteriore; l'astragalo appena viene caricato dal peso del corpo tende a cadere medialmente sul calcagno, provocando un'eversione di quest'ultimo; questo fenomeno provoca la pronazione del piede e quindi un'abbassamento della volta plantare controllato dalla contrazione eccentrica del tibiale posteriore e permette una maggior flessibilità del piede.

- Risposta al carico (0-10% del ciclo del passo): l'anca si trova ancora flessa a circa 30°, con il grande gluteo ed il grande adduttore che ne contrastano un'ulteriore flessione; gli abduttori controllano la caduta della pelvi ed il momento adduttore omolaterale dato dal trasferimento del carico. Al ginocchio la flessione di circa 15-20° data dai pretibiali viene limitata dai vasti. La tibio-tarsica si trova in flessione di circa 15° per l'azione dei pretibiali.
- Appoggio intermedio (10-30% del ciclo del passo): in questa fase il peso del corpo si sposta completamente sull'arto in appoggio. L'anca si trova in posizione neutra, leggera adduzione ed inizia la rotazione esterna; il ginocchio è quasi in estensione completa, la caviglia si porta in flessione dorsale di circa 10° grazie alla contrazione eccentrica del tricipite surale ed il piede inizia la supinazione.
- Appoggio terminale (30-50% del ciclo del passo): rappresenta il momento in cui il tallone si stacca dal suolo ed il trasferimento di carico fra i due arti. L'anca è stabilizzata passivamente dalla stabilità alla tibio-tarsica ed inizia l'estensione, il ginocchio e la caviglia sono in una posizione simile alla precedente e le articolazioni metatarsali iniziano l'estensione comportando una messa in tensione della fascia plantare; questo contribuisce, insieme alla supinazione ed all'attività dei muscoli intrinseci, alla stabilizzazione del piede.
- Pre-oscillazione (50-60% del ciclo del passo): è la fase, ancora di doppio appoggio, che si conclude con il distacco delle dita dal suolo; l'anca è in posizione neutra, il ginocchio è flesso di 40° con il retto femorale che ne contrasta l'eccessiva flessione, la caviglia è flessa plantarmente di 20°.

La fase di oscillazione si può suddividere in 3 parti:

- Oscillazione iniziale (60-73% del ciclo del passo): inizia dal momento in cui il piede si è staccato dal suolo e si conclude quando passa l'asse verticale del corpo. L'anca si flette per circa 20° grazie al muscolo iliaco, il ginocchio raggiunge i 60° di flessione per l'azione del capo breve del bicipite e la caviglia si porta in posizione neutra.
- Oscillazione intermedia (70-85% del ciclo del passo): è il momento di passaggio dell'arto sull'asse verticale. L'anca si flette di 30°, il ginocchio si porta a 30° di flessione e la caviglia mantiene la posizione precedente.
- Oscillazione terminale (85-100% del ciclo del passo): in questa fase all'anca gli hamstring e gli estensori monoarticolari ne controllano la flessione, il ginocchio

si porta quasi in completa estensione grazie al quadricipite ed è frenato dagli hamstring e la caviglia mantiene la posizione precedente. [3] [9]

2.2 Biomeccanica delle articolazioni nella corsa

La differenza fondamentale rispetto alla deambulazione è che nella corsa abbiamo due fasi in cui la persona è sospesa in aria, quindi la fase di appoggio deve essere minore del 50%, e la fase di non appoggio superiore al 50%. Inoltre rispetto al cammino, lo schema cinematico della corsa differisce per l'incremento delle escursioni articolari; abbiamo infatti una maggior flessione dell'anca e del ginocchio per ottenere un migliore assorbimento di energia ed un incremento della forza.

La muscolatura presenta una sincronia simile nel cammino e nella corsa, anche se in quest'ultima le contrazioni iniziano prima e cessano un po' più tardi.

Inoltre nella corsa l'appoggio del piede a terra non avviene nella sequenza tallone-pianta-avampiede come nella deambulazione, ma è la parte esterna, la metatarsale, a prendere contatto con il suolo (l'articolazione si trova quindi in una posizione più vicina alla loose-packed position) in modo da assorbire l'impatto e sfruttare contemporaneamente l'azione ammortizzante svolta dai muscoli estensori, il tricipite surale ed il quadricipite femorale. [17] [9]

2.3 Momenti delle forze trasmessi alla caviglia

Le forze trasmesse attraverso l'articolazione della caviglia sono una combinazione di forze interne e forze esterne.

Le forze esterne, o forze di reazione del terreno (GRF), sono prodotte dal contatto del piede con il terreno e dalla forza di gravità, mentre quelle interne sono le forze muscolari; queste due forze hanno uguale intensità ma direzione opposta. [25]

2.3.1 Forze esterne (GFR)

Le GRF possono essere considerate come un unico vettore o possono essere scomposte nelle componenti verticali e tangenziali; le componenti tangenziali, chiamate anche forze di taglio orizzontali, si dividono a loro volta in forze anteroposteriori, se agiscono lungo il piano sagittale, e mediolaterali, se agiscono lungo quello frontale. L'ampiezza delle componenti tangenziali, in confronto al carico verticale, risulta di lieve entità.

Lo schema normale delle forze verticali che vengono generate alla velocità normale del cammino presenta due picchi separati da un avvallamento (figura 3).

Il primo picco (110% del peso corporeo) si verifica all'inizio dell'appoggio intermedio in risposta agli eventi di accettazione del carico. In questo momento il baricentro, o centro di gravità, si abbassa rapidamente aumentando l'effetto di accelerazione del peso corporeo.

Nella parte terminale dell'appoggio intermedio è presente l'avvallamento (80% del peso corporeo); esso è generato dal sollevamento del centro di gravità per la rotazione in avanti sul piede vincolato al terreno ed è accentuato dal momento creato dall'oscillazione dell'arto controlaterale.

Alla fine dell'appoggio terminale, quando il peso del corpo è trasferito in avanti per la rotazione sull'avampiede, si verifica il secondo picco che indica una nuova accelerazione verso il basso e l'abbassamento del baricentro.

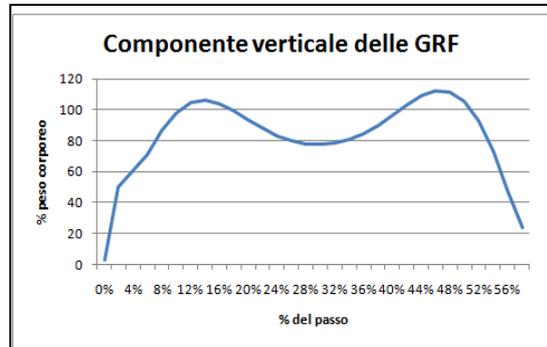


Figura 3

Si può quindi dedurre che il valore della forza verticale, quando supera quello del peso corporeo, rappresenta inizialmente l'accelerazione dovuta alla caduta sull'arto e successivamente oltre l'avampiede. Inoltre l'ampiezza della componente verticale si modifica al variare della velocità del cammino: a basse velocità si avrà un decremento dei picchi e degli avvallamenti con un appiattimento della curva, a velocità più elevate si avrà un incremento dei picchi ed una diminuzione degli avvallamenti.

Per quanto riguarda le componenti tangenziali alla superficie di appoggio, come già detto precedentemente la loro ampiezza, in confronto al carico verticale, è di lieve entità.

L'ampiezza della forza medio laterale è la più ridotta ed è inferiore al 10% del peso corporeo; il picco della forza di carico mediale (5%) si verifica nella risposta al carico, mentre la forza di taglio laterale raggiunge un picco (7%) nell'appoggio terminale. La forza di taglio anteroposteriore è inferiore al 25% del peso corporeo.

Nel piano sagittale il contatto iniziale del tallone al suolo genera una momentanea forza verticale dovuta all'alta velocità di impatto nell'istante in cui il peso del corpo appoggia al terreno e questo crea un



Figura 4

momento senza forze di taglio. Durante la risposta al carico compare una forza di taglio anteriore; si ha un'inclinazione all'indietro del vettore GRF. L'appoggio intermedio presenta una serie di vettori quasi verticali e successivamente durante la flessione dorsale della TT scompare la forza di taglio in avanti ed aumenta la quantità di peso corporeo trasferito sull'avampiede; quando l'avampiede diventa l'area principale di appoggio, la forza di taglio è diretta indietro e, durante l'appoggio terminale, la crescente forza di taglio indietro determina l'inclinazione in avanti dei vettori. [9] [25]

2.3.2 Forze interne (forze muscolari)

La risposta muscolare è necessaria per contrapporsi ai carichi esterni e fornire il supporto e la progressione al cammino; nella contrazione eccentrica abbiamo un assorbimento di potenza, al contrario nella contrazione concentrica avremo una generazione di potenza.

La fase di maggior lavoro muscolare durante il cammino e la corsa è quella di appoggio e la fase finale della sospensione; con l'aumentare della velocità abbiamo un aumento delle escursioni articolari, prodotte da un aumento dell'attività muscolare.

A livello della tibio-tarsica, dal 5% al 40% della fase di appoggio, si ha la fase di maggior assorbimento di potenza, poiché la gamba ruota in avanti sul piede e si realizza una dorsiflessione della caviglia controllata da una contrazione eccentrica del tricipite. Dal 40% della fase di stance si verifica un rapido incremento del momento flessorio associato alla flessione plantare della caviglia, ed è questa la fase di generazione di energia più importante (80-85%) nel ciclo del passo.

Il ginocchio, dal momento di contatto al suolo del tallone fino al 15% del ciclo del passo si flette sotto il controllo del quadricipite ed abbiamo quindi una fase di assorbimento di potenza. Dal 15% al 40% si estende sempre grazie al quadricipite ed è questa l'unica fase di potenza generata dal ginocchio, che rappresenta circa il 10-15% dell'energia generata nel cammino. Dal 40% al 70%, il ginocchio inizia a flettersi ed abbiamo la seconda fase di assorbimento di energia; infine, nell'ultima parte della fase di non appoggio si verifica la terza fase di assorbimento di potenza.

Nei tracciati a livello dell'anca possiamo distinguere una fase che va dal contatto del tallone al suolo al 25% della fase di appoggio in cui c'è una generazione di potenza data dal momento estensorio associato all'estensione dell'anca, poi una fase di assorbimento di energia fino a circa il 50% della fase di stance ed infine una fase di generazione di

potenza data dal momento flessorio che dà inizio alla fase di non appoggio permettendo all'AI di avanzare.

La potenza articolare prodotta da una contrazione concentrica del muscolo ci indica il tasso di lavoro svolto e il suo effetto è un incremento del livello di energia cinetica del corpo in movimento. Un altro tipo di energia da considerare nel cammino è l'energia potenziale: quella gravitazionale e quella data dalla componente elastica di legamenti e delle strutture muscolari. Quando il baricentro è al punto più basso avremo la massima energia cinetica poiché in quel momento la velocità è massima; quando è al punto più alto avremo la massima energia potenziale. [25]

CAPITOLO 3: TRAUMI DISTORSIVI

3.1 Generalità

La distorsione è la perdita momentanea ed incompleta dei rapporti articolari fra due capi ossei, causata da un trauma che sollecita un'articolazione al di là dei gradi fisiologici del movimento.

Una review sistematica del 2007 di Fong et al [6] afferma che la caviglia è uno dei distretti più frequentemente lesionati (11.2-20.8%), preceduto solo dal ginocchio, e che l'85% di queste lesioni sono distorsioni. La caviglia risulta il complesso più comunemente lesionato in 24 dei 70 sport inclusi nel suddetto studio, tra tutti arrampicata, scalata, pallavolo indoor e atletica leggera; inoltre è frequente negli sport su campo e negli sport di squadra come rugby, calcio, pallavolo, pallamano e basket. [6] Da un punto di vista biomeccanico, il 95% delle distorsioni è causato da un movimento in inversione, vale a dire flessione plantare, adduzione e supinazione, spesso associato a rotazione esterna della gamba. [5] [3] Questo meccanismo distorsivo è favorito dalla struttura anatomica della caviglia poiché la posizione del malleolo tibiale offre una stabilità ed un contenimento inferiori a quello peroneale, senza contare che il compartimento legamentoso laterale è molto meno robusto rispetto al legamento deltoideo. [5]

Il legamento più frequentemente lesionato, a causa dell'orientamento delle sue fibre e poiché è il più debole tra i tre legamenti del compartimento laterale, è il PAA (coinvolto in più dell'85% delle lesioni), seguito dalla capsula anterolaterale. Se le forze inverse continuano si ha la rottura del peroneo-calcaneare (coinvolto nel 50-75% delle lesioni) ed infine il PAP che, essendo teso in flessione dorsale, è quello più raramente lesionato (meno del 10%); spesso la rottura di quest'ultimo si può associare ad una lussazione della caviglia, una frattura a spirale del malleolo laterale, una frattura del malleolo mediale o del collo dell'astragalo. [7] [8] Inoltre non è rara la lesione della sindesmosi tibio-fibulare (dall'1 al 18% delle distorsioni di caviglia). [7]

In base all'entità del danno, le lesioni legamentose vengono divise in primo, secondo e terzo grado.

- Lesione di primo grado (o lieve): si caratterizza per microstiramenti o minime rotture di un piccolo numero di fibre; il danno produce dolore e gonfiore, anche se c'è solo una minima perdita di integrità strutturale. Normalmente c'è un pieno

ritorno all'attività fisica in 10-15 giorni e, con le giuste ortesi e un training controllato, è possibile continuare gli allenamenti.

- Lesione di secondo grado (o moderata): comporta un danno moderato al tessuto legamentoso con perdita di una certa integrità strutturale, moderata instabilità articolare, dolore e gonfiore. In generale questo tipo di lesione necessita di 2-3 settimane di riabilitazione e riposo relativo, seguita da altre 2-3 settimane di ripresa controllata con carichi progressivi.
- Lesione di terzo grado (o completa): comporta una rottura completa del legamento con perdita dell'integrità strutturale. In molti casi è richiesta l'immobilizzazione completa o relativa per 3-6 settimane e spesso risulta necessario l'intervento chirurgico. Un trattamento inadeguato di questa lesione conduce a ricorrenti instabilità e, col passare del tempo, a fenomeni degenerativi a carico dell'articolazione. [9]

3.2 Meccanismo distorsivo nel cammino e nella corsa

L'articolazione subtalare è fondamentale per il meccanismo dell'instabilità di caviglia; infatti dal punto di vista biomeccanico la forza di reazione del terreno (GRF) si trasmette al piede creando un momento angolare che agisce su di essa. L'asse dell'articolazione subtalare si muove durante la fase stance del passo e della corsa; quando il piede è everso, l'asse dell'articolazione si muove medialmente, quando è inverso si sposta lateralmente. La caviglia che sostiene il peso, se inversa, viene sottoposta ad un ulteriore momento inversivo esterno potenzialmente dannoso; se a questo viene aggiunta una forza di taglio, il momento angolare cresce rapidamente ed è probabile che si verifichi un episodio di iperinversione con conseguente "giving way". [14]

Durante la fase di oscillazione, il processo di preparazione neuromuscolare per la successiva fase di carico è fondamentale per la stabilità della caviglia. Sebbene le lesioni solitamente non avvengono in questa fase, un mal posizionamento dell'AI prima del contatto del tallone con il suolo aumenta la possibilità di lesione; infatti, una volta che il piede raggiunge il terreno, la linea di forza della GRF è determinata e, come detto prima, se il piede si trova in inversione aumenta il rischio che avvenga una distorsione.[14]

Tuttavia il complesso caviglia-piede, al contatto del tallone a terra, ha un alto grado di stabilità intrinseca grazie alla congruenza ossea fornita dal mortaio tibio-fibulare, perciò

sono necessari considerevoli gradi di mal allineamento affinché la compressione produca un momento inversivo. Se però, come detto prima, nella parte finale della fase di oscillazione che termina con l'urto tra il bordo laterale del piede ed il terreno è presente un'inversione di 7-8° dell'articolazione subtalare, l'energia propulsiva dell' AI può forzare il complesso caviglia-piede alla massima inversione, massima flessione plantare e massima rotazione interna. Una compressione del piede in questa estrema posizione produce quindi un momento inversivo alla caviglia con un conseguente rischio di lesione ai legamenti laterali. [15]

Inoltre l'inversione può avvenire se un ostacolo non viene visto, e di conseguenza non viene attuato un cambiamento nella strategia del cammino e della corsa.

3.3 Meccanismo distorsivo nella ricaduta da un salto e nel cambio di direzione

La ricaduta da un salto ed il cambio di direzione sono due movimenti frequenti negli sport di squadra e di campo, nei quali le forze di taglio e il conseguente rischio di subire un episodio distorsivo alla caviglia sono molto alti.

Quando avviene una distorsione alla caviglia nella ricaduta da un salto verticale (frequente nel basket e nella pallavolo), l'articolazione della caviglia si trova flessa plantarmente prima dell'atterraggio, e di conseguenza un movimento combinato di inversione e flessione plantare risulta essere il meccanismo alla base della distorsione. Spesso la distorsione avviene a causa della ricaduta da un salto sul piede di un avversario o di un compagno.[11]

Nel cambio di direzione invece sono maggiori i movimenti laterali sul piano orizzontale; in questo caso la rotazione interna può essere una delle cause distorsione in inversione, soprattutto se il piede è fisso al terreno e non può essere ulteriormente flesso plantarmente. [20]

CAPITOLO 4: INSTABILITA' ED ALTERAZIONE DELLA FORZA E DELL'ARTICOLARITA'

4.1 Instabilità di caviglia

I sintomi acuti di una distorsione di caviglia si risolvono velocemente, ma molti soggetti riportano problemi persistenti, come dolore ed instabilità. L'instabilità cronica di caviglia (CAI) è uno dei disturbi residui più frequenti, ed è definita come un'alterazione nella funzionalità della caviglia causata da ripetute interruzioni nell'integrità strutturale di questa con un conseguente deficit, percepito ed osservato, nel controllo muscolare e nella stabilità meccanica. [2] [11]

Nonostante l'elevata prevalenza della CAI, rimane un fenomeno poco compreso, con inconsistenza nella terminologia, nella definizione, nelle ipotesi sugli impairment e nel contributo di questi alla limitazione delle attività e alla restrizione della partecipazione. Le caratteristiche più descritte della CAI comprendono la sensazione di cedimento, l'instabilità meccanica, il dolore, il gonfiore, la perdita di forza, le distorsioni ricorrenti e l'instabilità funzionale. [10]

In passato erano stati descritti due sottogruppi che spiegavano le cause per l'insorgenza della CAI: soggetti con instabilità meccanica e soggetti con instabilità funzionale. [10]

J. Hertel ha invece proposto un modello dove l'instabilità funzionale e l'instabilità meccanica sono parte di un continuum; in questo modello, le distorsioni ricorrenti si verificano quando entrambe le condizioni sono presenti. [2]

Tuttavia, l'esistenza di soggetti con sensazione di cedimento persistente e lassità legamentosa dopo una distorsione di caviglia ma senza episodi di recidiva, e viceversa soggetti con distorsioni ricorrenti ma senza instabilità meccanica e funzionale, ha portato ad un'evoluzione di questo modello. [10]

Il nuovo modello, basato su recenti studi, propone l'esistenza di 7 sottogruppi di CAI (figura). Il concetto originario di sottogruppi basati sull'instabilità meccanica, sull'instabilità funzionale e sulle distorsioni ricorrenti rimane lo stesso, ma è stato proposto che ognuno di questi possa esistere indipendentemente oppure in combinazione.

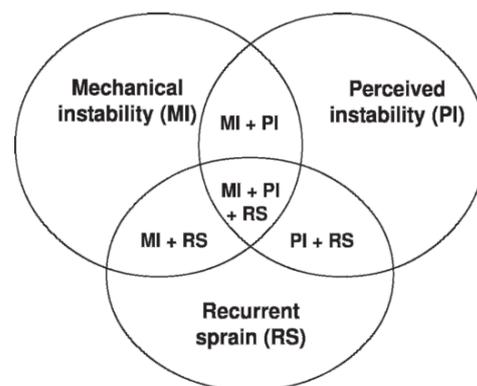


Figura 5

4.2 Instabilità meccanica di caviglia

Il termine instabilità meccanica viene spesso usato come sinonimo di lassità legamentosa, indicando quel fenomeno per cui la caviglia eccede il limite fisiologico di movimento. Conseguenza di tale lassità sarebbe la diminuita capacità del comparto legamentoso di controllare e limitare passivamente i movimenti della caviglia, che andrebbe incontro quindi a episodi distorsivi anche in condizioni di stress moderato.[14]

Tuttavia in uno studio è emerso che su 200 caviglie asintomatiche l'11% presentava lassità legamentosa. Da questo dato si può dedurre che i soggetti con instabilità cronica di caviglia non per forza sono caratterizzati da lassità patologica. [16]

Hertel et al hanno voluto indagare ulteriormente il concetto di instabilità meccanica attribuendogli diversi sottogruppi di sintomi. Alla lassità patologica vengono aggiunte anche le limitazioni artrocinematiche, le alterazioni degenerative e sinoviali. [2]

Si può concludere che l'instabilità meccanica non sia l'unica causa che conduce ad instabilità cronica di caviglia, anzi si può affermare che essa non sia neanche condizione necessaria. Vi sono altri fattori addizionali che contribuiscono all'insorgenza dell'instabilità conseguente a distorsione di caviglia; molti di questi fattori rientrano nell'instabilità funzionale.

4.2.1 Limitazioni artrocinematiche

L'ipomobilità, o ridotta articularità - ridotto ROM, può essere pensata come un'insufficienza meccanica. [2] Una limitazione del ROM della caviglia in flessione dorsale si pensa sia un fattore predisponente per la distorsione laterale di caviglia; [23] [24] infatti, se l'articolazione tibio-tarsica non è in grado di raggiungere la massima flessione dorsale, essa non riesce a raggiungere la sua close-packed position durante la fase di appoggio nel cammino e, di conseguenza, andrà più facilmente in inversione e rotazione interna.

Altri studi dimostrano invece una diminuzione del ROM in flessione plantare in soggetti con instabilità funzionale di caviglia [22]: forse una diminuzione del ROM in flessione plantare nella fase di pre-oscillazione influenza il posizionamento del piede durante la successiva fase di oscillazione, quando la posizione di questo è determinante per il seguente contatto iniziale.

Nessuno studio presente in letteratura ha invece ipotizzato e valutato la possibile relazione tra il range di movimento all'articolazione dell'anca ed i soggetti con frequenti episodi distorsivi alla caviglia.

4.3 Instabilità funzionale di caviglia

Il termine instabilità funzionale venne introdotto per la prima volta da Freeman et al nel 1965 [18] per definire quei pazienti che lamentavano un senso di "giving way", di cedevolezza della caviglia.

Nel 1985 Tropp et al [19] distinguono l'instabilità funzionale da quella meccanica definendola come un movimento articolare che non necessariamente eccede il ROM fisiologico ma che va oltre il controllo volontario. Sulla base delle ricerche viene affermato che non c'è correlazione tra l'instabilità meccanica e quella funzionale in quanto più della metà delle caviglie affette da instabilità funzionale si è dimostrata stabile dal punto di vista meccanico. [9] [19] Tra le possibili cause dell'instabilità funzionale vengono citate: debolezza muscolare, diminuzione della propriocezione, instabilità della sottoastraglica, deficit nel controllo neuromuscolare e deficit nel controllo posturale. [2]

4.3.1 Debolezza muscolare ed anca

L'allenamento della forza dopo una distorsione di caviglia è sempre stato parte integrante del processo riabilitativo; gli esercizi di rinforzo vengono iniziati non appena il dolore diminuisce ed il soggetto è in grado di tollerare delle resistenze. Questi sono quasi sempre mirati alla muscolatura della caviglia e non viene presa in considerazione la muscolatura delle articolazioni prossimali.

Per quanto riguarda i gruppi muscolari attorno alla caviglia, nelle ricerche più recenti si legge che non vi è una significativa debolezza degli eversori come si pensava precedentemente, bensì dei muscoli inversori. In particolare il deficit di forza degli inversori in contrazione eccentrica sembra contribuire all'instabilità funzionale riducendo la capacità di assistere al controllo del dislocamento laterale della tibia sull'astragalo mentre il piede è in carico. [26]

Tuttavia sappiamo che l'attività dei muscoli sinergici all'anca, al ginocchio ed alla caviglia è necessaria per un'appropriata dinamica del cammino e per un'appropriata posizione del piede al contatto del tallone con il terreno. Dal punto di vista biomeccanico, una disfunzione in una singola articolazione può influenzare le altre

all'interno della catena cinetica dell'arto inferiore. [21] Però, nonostante questa relazione sia certa, dalla ricerca bibliografica sono emersi solo pochi studi che vanno ad indagare la forza dei muscoli agenti all'anca in soggetti con frequenti episodi distorsivi alla caviglia. [21][22]

Negahban et al (2013) [21] hanno dimostrato una debolezza in contrazione eccentrica dei flessori d'anca nei soggetti con CAI. Essi sostengono che questa debolezza può essere attribuita al ruolo che questo gruppo muscolare ha durante la distorsione laterale di caviglia. Essi ipotizzano che la distorsione si verifichi con l'arto inferiore in una posizione di leggera estensione d'anca mentre la caviglia viene forzata in flessione plantare ed inversione; perciò un'adeguata forza in contrazione eccentrica dei flessori d'anca è necessaria per prevenire questa lesione

Friel et al (2006) [22] hanno provato che la forza agli abduttori d'anca è significativamente minore nel lato con instabilità di caviglia rispetto al controlaterale sano. Durante la deambulazione il medio gluteo fornisce sostegno all'anca nel piano frontale evitando l'eccessivo abbassamento del bacino sul lato opposto; esso è particolarmente attivo dalla parte finale di non appoggio fino all'appoggio intermedio. [9] La debolezza in un muscolo stabilizzatore come il medio gluteo può produrre delle deviazioni nel movimento dell'articolazione dell'anca con una conseguente perdita di stabilità dell'intera catena cinetica dell'arto inferiore.

Se l'attivazione, il reclutamento e la forza dei muscoli abduttori d'anca sono alterati a causa di una lesione distale, la stabilità sul piano frontale viene a mancare, la posizione del piede al contatto iniziale può essere più addotta del normale ed il rischio di ripetere la lesione aumenta. Un aumento dell'inversione subtalare è associato ad una diminuzione dell'abduzione d'anca. [23]

CAPITOLO 5: MATERIALI E METODI

5.1 Approvazione del Comitato Etico

Il progetto di ricerca ha ottenuto l'approvazione del Comitato Etico dell'Ulss7 in data 20 ottobre 2015 (Allegato 3). Il comitato ha dichiarato che il progetto dello studio “si dimostra chiaro, lineare e completo in ogni sua parte, assecondando i cardini, il metodo e le richieste che lo studio sperimentale di tipo osservativo, monocentrico e descrittivo impone”.

5.2 Campione

Il progetto osservazionale è stato condotto all'interno del centro fisioterapico “Kinè – Fisioterapia ed Analisi del Movimento” a San Vendemiano (TV).

I soggetti elegibili per lo studio sono stati ricercati all'interno della popolazione sportiva con un'età compresa tra 18 e 40 anni; sono stati presi in considerazione gli atleti che riferissero di aver avuto almeno un episodio di distorsione alla caviglia. A questi soggetti, dopo la sottoscrizione del consenso informato, è stato somministrato un questionario compilabile online. Questo (Allegato 1) è formato da 40 domande, suddivise in tre sezioni:

- Parte 1, informazioni generali del paziente ed anamnesi;
- Parte 2: questionario Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT); esso possiede una buona affidabilità ed è uno strumento utile per rilevare la presenza di instabilità funzionale di caviglia e quantificarne la gravità. È composto da 9 items che indagano la sensazione di dolore e di instabilità durante alcune attività quotidiane e nello sport. Il punteggio massimo del test è 30 che corrisponde al miglior stato di salute possibile; un punteggio minore od uguale a 24 indica la presenza di instabilità funzionale. [28]
- Parte 3: questionario Ankle Instability Instrument (AII); esso è un altro strumento affidabile per determinare la presenza di instabilità funzionale di caviglia. È composto da 12 items utili a raccogliere informazioni rispetto alla severità delle distorsioni, alla storia dell'instabilità e al livello di instabilità percepita durante le attività della vita quotidiana. Il risultato del questionario viene considerato positivo se il paziente risponde ‘sì’ ad almeno 5 domande. [31]

Basandosi sulle indicazioni del “Position Statement of the International Ankle Consortium” [27], i criteri di inclusione utilizzati sono stati:

- Soggetti sportivi in attività;
- Storia di almeno 2 distorsioni alla caviglia nello stesso lato senza lesioni alla caviglia controlaterale;
- Prima distorsione di caviglia avvenuta almeno 12 mesi prima dello studio;
- Ultima distorsione di caviglia accaduta più di 3 mesi prima dell’iscrizione allo studio;
- La distorsione deve aver causato almeno un giorno di interruzione dell’attività fisica e deve essere apparsa gonfia e dolente;
- Punteggio Cumberland Ankle Instability Test ≤ 24 ;
- Ankle Instability Instrument: risposta “sì” ad almeno 5 domande;
- Sottoscrizione del consenso informato.

I criteri di esclusione adottati sono stati:

- Non rispondenza ai criteri di inclusione prima elencati;
- Interventi chirurgici agli arti inferiori;
- Presenza di eventi traumatici (patologie muscolari, patologie tendinee, fratture, distorsioni) agli arti inferiori che hanno costretto il soggetto al riposo per più di un giorno nei 3 mesi precedenti lo studio;

Sono stati somministrati 67 questionari e, in base ai suddetti criteri sono stati selezionati per lo studio 19 soggetti; di questi, 7 non hanno poi partecipato alla valutazione per problemi personali.

I soggetti selezionati alla fine sono stati 12, 2 di sesso maschile e 10 di sesso femminile.

L’età media è 24.5, con un intervallo che va da 18 a 32.

Gli episodi di distorsione ricorrente erano presenti in 8 casi a destra ed in 4 casi a sinistra.

Gli sport praticati dai soggetti comprendono pallavolo (7 soggetti), calcio (4 soggetti) e calcio a 5 (1 soggetto).

Le valutazioni sono state eseguite nei mesi di luglio, agosto e settembre.

ID	SESSO	DX/SX	ETA'	SPORT
1	F	DX	26	pallavolo
2	F	DX	20	pallavolo
3	M	SX	23	calcio
4	M	SX	25	calcio
5	F	SX	25	pallavolo
6	F	DX	23	pallavolo
7	F	SX	28	pallavolo
8	F	DX	19	calcio a 5
9	F	DX	32	calcio
10	F	DX	24	calcio
11	F	DX	32	pallavolo
12	F	DX	18	pallavolo

Tabella 1 – Soggetti inclusi nello studio

5.3 Strumenti di valutazione

Lo strumento utilizzato per le misurazioni è il “Wireless Tracker Freedom System 5®” che comprende un dinamometro manuale e due inclinometri collegati in wireless ad un PC dotato di un software di gestione.

L’inclinometro viene fissato ad una placca di metallo dotata di velcro che può essere legato all’arto del soggetto, lasciando così libere le mani del fisioterapista mentre esegue i test di valutazione, il dinamometro rivela in modo continuo la forza del gruppo muscolare in esame.

Sono state valutate l’articolarietà e la forza di entrambe le anche dei soggetti arruolati. In particolare per l’articolarietà sono state misurate in posizione prona la rotazione interna ed esterna e l’estensione e da supino la flessione.

Abbiamo inoltre misurato la forza dei rotatori esterni ed interni e degli estensori in posizione prona, dei flessori da seduta e degli abduttori sul fianco. Non è stato usato alcuno strumento di fissazione esterno ma solo la fissazione autonoma del soggetto testato sul lettino e/o quella manuale del fisioterapista.

5.3.1 Test articolari

Prima di iniziare le misurazioni il software chiede di fissare un punto 0 dal quale calcolare il ROM.

- Flessione: paziente supino vicino al bordo del lettino con la placca di misurazione legata con un velcro attorno alla coscia appena prossimale al polo superiore della rotula; il fisioterapista si pone dal lato da testare con lo sguardo verso il paziente e la mano craniale sull’ala iliaca per sentire la posizione del

bacino. Il terapeuta flette l'anca del paziente controllando che non avvenga una retroversione del bacino, ed arrivato a fine ROM dà l'input al traker. In seguito il paziente si riposiziona a gambe estese e vengono ripetute le misure.

- Estensione: paziente prono vicino al bordo del lettino con la placca per l'inclinometro legata distalmente alla coscia appena prossimalmente al cavo popliteo in modo tale da permettere la flessione del ginocchio senza contatto dell'inclinometro. Il terapeuta si posiziona accanto al soggetto dal lato da testare e con una mano fissa il sacro, mentre con l'altra compie una presa anteriormente sulla coscia, sempre a ginocchio flesso; mantenendo la pressione sul sacro solleva la gamba del soggetto evitando movimenti della colonna lombare. Arrivato alla resistenza dà l'input al traker.
- Rotazione interna ed esterna: paziente prono vicino al bordo del lettino dal lato da testare; la placca per l'inclinometro viene legata alla caviglia appena prossimalmente al malleolo mediale. Il terapeuta si pone dal lato da testare e fissa con una mano il sacro per evitare rotazioni del bacino e con l'altra esegue i movimenti di rotazione interna ed esterna e, arrivato a fine ROM, manda l'input al traker.

5.3.2 Test di forza

La tipologia di valutazione della forza da noi scelta è il test isometrico comunemente chiamato "make test" dove al paziente viene chiesto di spingere con la massima forza possibile contro il dinamometro mentre il terapeuta fissa la posizione manualmente.

Al soggetto da testare viene spiegato che la spinta dovrebbe essere massimale e progressiva, che il terapeuta darà il via al momento opportuno e che il test si concluderà dopo circa 3 secondi; prima del test per conferma della corretta comprensione viene eseguita una spinta di prova.

Il terapeuta ha la facoltà di eliminare le contrazioni che presentano grossolani errori di esecuzione, sia del terapeuta sia del paziente, e di ripeterle. Un esempio può essere la perdita di fissazione, lo scivolamento del dinamometro, la spinta non omogenea del soggetto testato. Il grafico di una contrazione eseguita in modo corretto dovrebbe presentare un plateau centrale e due fasi di ascesa e discesa rapida della forza. La contrazione dura 3-4" con una pausa di 5"; il comando viene fornito direttamente dal software.

La tipologia di esecuzione dei test muscolari utilizzata è quella secondo Kendall. [30]

5.4 Analisi statistica

Come endpoint dello studio si è scelto di valutare se esiste una correlazione tra il deficit di forza all'anca e/o l'alterata articularità in questo distretto con la recidiva di distorsione di caviglia.

In seguito sono state effettuate le misurazioni all'anca dell'arto che presenta instabilità di caviglia ed all'anca dell'arto controlaterale sano, che è stato utilizzato come gruppo di controllo.

Sulla base dei risultati ottenuti sono state confrontate le misurazioni dei due arti tramite l'indice di variabilità; successivamente è stata effettuata un'analisi quantitativa delle variazioni ottenute, cercando la variazione più frequente tra gli arti.

Questi elementi sono stati poi valutati tramite il t-student per valutare se ci fosse una variazione statisticamente significativa; il livello di significatività α è stato fissato a 0,05.

CAPITOLO 6: RISULTATI

Non in tutti i pazienti è stato possibile portare a termine il protocollo come previsto; in particolare, per 4 pazienti non è stato possibile misurare l'articolarià in estensione ed in flessione.

6.1 Valutazione della forza

6.1.1 Abduttori d'anca

Dalla valutazione della forza degli abduttori d'anca è emerso che 7 soggetti su 12 presentano una diminuzione della forza nel lato malato confrontato con il controlaterale sano, con una significatività statistica $\alpha=0,06$. Non vi è quindi un livello di significatività statistica, ma il dato risulta comunque interessante.

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
1	15,4 kg	18,8 kg	-3,4 kg
2	17,6 kg	19,9 kg	-2,3 kg
3	18 kg	16,8 kg	1,2 kg
4	20,7 kg	23,4 kg	-2,7 kg
5	31,3 kg	31,3 kg	0,0 kg
6	19,6 kg	22,5 kg	-2,9 kg
7	19,8 kg	26,6 kg	-6,8 kg
8	15,8 kg	18,9 kg	-3,1 kg
9	22,5 kg	22,9 kg	-0,4 kg
10	23,9 kg	20,5 kg	3,4 kg
11	22,7 kg	20,5 kg	2,2 kg
12	20,2 kg	20,2 kg	0,0 kg

Tabella 2 – Forza abduttori d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	7	7
Media	18,7714	21,8429
Dev. Standard	2,6120	2,8547
T	2,1002	
gradi di libertà	12	
P (livello di significatività)	0,0575	

Tabella 2a – test t di Student

6.1.2 Estensori, flessori, rotatori interni ed esterni d'anca

Dalla valutazione della forza degli estensori, flessori, rotatori interni e rotatori esterni d'anca è emerso che per ognuno di questi gruppi muscolari la maggior parte dei pazienti presenta una maggiore forza nel lato con frequenti episodi distorsivi alla caviglia rispetto al controlaterale sano. (Allegato 2)

6.2 Valutazione del Range of Movement

6.2.1 Range of Movement in estensione d'anca

Dalla valutazione del ROM in estensione d'anca è emerso che 5 soggetti su 8 presentano una ridotta articolarietà in estensione nel lato malato confrontato con il controlaterale sano, con una significatività statistica $\alpha=0,1$. Non è presente un livello di significatività statistica, ma il dato risulta comunque interessante.

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
2	38°	15°	23°
3	9°	11°	-2°
4	29°	17°	12°
6	19°	27°	-8°
8	12°	14°	-2°
9	18°	8°	10°
10	12°	28°	-16°
12	17°	28°	-11°

Tabella 3 – ROM in estensione d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	5	5
Media	13,8000	21,6000
Dev. Standard	4,0866	8,3845
T	1,8699	
gradi di libertà	8	
P (livello di significatività)	0,0984	

Tabella 3a – test t di Student

6.2.2 Range of Movement in rotazione esterna d'anca

Dalla valutazione del ROM in rotazione esterna d'anca è emerso che 9 soggetti su 12 presentano una ridotta articolarietà in rotazione esterna nel lato malato confrontato con il controlaterale sano, con una significatività statistica $\alpha=0,12$. Anche in questo caso non si è raggiunto un livello di significatività statistica, ma il dato risulta comunque interessante.

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
1	35°	38°	-3°
2	57°	45°	12°
3	51°	55°	-4°
4	62°	55°	7°
5	47°	50°	-3°
6	46°	42°	4°
7	39°	49°	-10°
8	30°	40°	-10°
9	37°	41°	-4°
10	51°	67°	-16°
11	47°	53°	-6°
12	51°	54°	-3°

Tabella 4 – ROM in rotazione esterna d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	9	9
Media	43,1111	49,6667
Dev. Standard	7,9757	9,1104
T	1,6242	
gradi di libertà	16	
P (livello di significatività)	0,1239	

Tabella 4a – test t di Student

6.2.3 Range of Movement in flessione d'anca

Dalla valutazione del ROM in flessione d'anca è emerso che 5 soggetti su 8 presentano un aumento dell'articolarià in flessione nel lato malato confrontato con il controlaterale sano, con una significatività statistica $\alpha=0,24$. La significatività si discosta largamente dal livello fissato per lo studio.

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
2	104°	101°	3°
3	105°	114°	-9°
4	94°	94°	0°
6	91°	91°	0°
8	119°	112°	7°
9	103°	94°	9°
10	103°	101°	2°
12	110°	104°	6°

Tabella 5 – ROM in flessione d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	5	5
Media	107,8000	102,4000
Dev. Standard	6,9065	6,5038
<i>T</i>	1,2728	
gradi di libertà	8	
P (livello di significatività)	0,2388	

Tabella 5a - test t di Student

6.2.4 Range of Movement in rotazione interna d'anca

Dalla valutazione del ROM in rotazione interna d'anca è emerso che 10 soggetti su 12 presentano un aumento dell'articolarià in rotazione interna nel lato malato confrontato con il controlaterale sano, con una significatività statistica $\alpha=0,62$. La significatività si discosta largamente dal livello fissato per lo studio.

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	Delta
1	32°	36°	-4°
2	46°	37°	9°
3	34°	29°	5°
4	35°	29°	6°
5	29°	24°	5°
6	23°	33°	-10°
7	18°	12°	6°
8	45°	43°	2°
9	32°	31°	1°
10	23°	21°	2°
11	31°	30°	1°
12	30°	29°	1

Tabella 6 – ROM in rotazione interna d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	10	10
Media	32,3000	30,2000
Dev. Standard	8,6159	10,0973
<i>T</i>	0,5003	
gradi di libertà	18	
P (livello di significatività)	0,6229	

Tabella 6a - test t di Student

DISCUSSIONE

La distorsione di caviglia è uno degli eventi traumatici più frequenti nella popolazione sportiva e non; sapendo che la recidiva rispetto a questo infortunio è molto alta, risulta interessante capire quali strutture e parametri indagare e su quali successivamente lavorare tramite la terapia manuale e la rieducazione funzionale per prevenire le recidive.

Alla luce dei dati ottenuti nei vari test somministrati ai pazienti inclusi nello studio è possibile formulare delle ipotesi. Nella discussione bisogna sicuramente tenere conto della scarsa numerosità campionaria, che limita la possibilità di ottenere dei dati statisticamente significativi e di conseguenza la forza delle deduzioni che possono essere fatte in merito ai risultati ottenuti. Nonostante questo le varie misurazioni hanno portato a dei risultati interessanti sui quali condurre delle riflessioni.

Per la discussione prenderemo in considerazione i dati che più si avvicinano alla significatività statistica, ovvero la diminuita forza degli abduttori d'anca ed il diminuito ROM in estensione e rotazione esterna, e li analizzeremo separatamente.

Ruolo degli abduttori

In linea con i risultati degli studi presenti in letteratura, la maggior parte dei pazienti inclusi nello studio (7/12) presenta una debolezza agli abduttori d'anca del lato lesa confrontato con l'arto controlaterale sano.

A causa dell'elevata interdipendenza tra i vari distretti dell'arto inferiore, è importante considerare la pervietà di tutte le sue articolazioni per la stabilità durante il cammino e la corsa: la stabilità all'anca e la forza in questo distretto sono importanti per un movimento fisiologico e per un corretto approccio del piede al momento del contatto del tallone al suolo.

Durante il cammino normale, il medio gluteo fornisce stabilità all'anca sul piano frontale; esso è particolarmente attivo dalla fase di appoggio intermedio fino alla parte finale di non appoggio. La debolezza o l'allungamento di un muscolo stabilizzatore come il medio gluteo può produrre delle deviazioni nel movimento dell'articolazione dell'anca con una conseguente perdita di stabilità dell'intera catena cinetica dell'arto inferiore.

Il posizionamento del piede al contatto del tallone al suolo può risultare alterato in presenza di uno squilibrio tra il momento abduzionale ed adduzionale all'anca generato durante la fase oscillante del cammino; in presenza di debolezza dei muscoli abduttori

d'anca, a causa di un aumento del momento adduttore la posizione del piede al contatto iniziale può essere più addotta del normale ponendo il complesso caviglia-piede in una posizione più vulnerabile alle lesioni.

Inoltre per mantenere l'equilibrio, il corpo deve continuamente regolare la sua posizione nello spazio per mantenere il centro di massa corporea sopra la base di appoggio o per riportarlo in quella posizione dopo una perturbazione.

Con delle piccole perturbazioni nell'equilibrio, i movimenti alla caviglia agiscono per riportare il centro di massa corporea di una persona in una posizione stabile. Quando però avviene un eccessivo spostamento laterale del centro di gravità con un aumento dell'oscillazione laterale, la caviglia non è più in grado di compensare in modo adeguato questo movimento e viene iniziata una strategia dell'anca; le anche muovono il centro di massa corporea in un piano frontale in direzione laterale principalmente attraverso l'attivazione degli abduttori ed adduttori d'anca, con alcuni contributi dei muscoli inversori ed eversori della caviglia.

Se l'attivazione, il reclutamento e la forza dei muscoli abduttori d'anca sono alterati a causa di una lesione distale, la stabilità sul piano frontale diminuisce, ed il rischio di ripetere la lesione aumenta. Gli abduttori d'anca, deboli e/o allungati, sono infatti incapaci di bilanciare l'oscillazione laterale e ne può derivare una lesione alla caviglia.

Nei soggetti sportivi le distorsioni di caviglia avvengono spesso nello spostamento di carico da un arto al controlaterale. In questo movimento, se il soggetto sposta il carico, ipotizziamo, da sinistra verso destra ed il centro di massa corporea si muove troppo velocemente, se gli abduttori sono allungati non riescono ad attivarsi in maniera efficace; perciò, se gli abduttori ritardano la loro attivazione, aumenta il momento adduttore all'anca ed il piede tende a supinare. Inoltre, essendo il medio gluteo un rotatore esterno, l'arto si trova con un maggior grado di rotazione interna ed aumenta ulteriormente la possibilità di lesione.

In conclusione, crediamo che la riduzione della forza agli abduttori d'anca nel lato con instabilità di caviglia rispetto al controlaterale sano sia dovuta all'indebolimento associato alle frequenti distorsioni di caviglia che riducono la stabilità posturale dinamica del complesso lombo-pelvico; questo indebolimento può determinare una diminuzione della stabilità durante il cammino, la corsa ed i cambi di direzione ed il conseguente aumento del rischio di recidiva. Poiché la distorsione in inversione è una lesione così frequente, i protocolli riabilitativi dovrebbero indirizzarsi anche alle

strutture più prossimali per permettere che ci sia un equilibrio ottimale e delle strategie biomeccaniche efficienti.

Deficit articolare in estensione e rotazione esterna d'anca

Nessuno studio presente in letteratura ha ipotizzato e valutato la possibile relazione tra il range di movimento all'articolazione dell'anca ed i soggetti con frequenti episodi distorsivi alla caviglia.

La maggior parte dei pazienti inclusi nello studio presenta una diminuzione del ROM in estensione (5/8) ed in rotazione esterna d'anca (9/12) nell'arto con instabilità di caviglia rispetto al controlaterale sano. Nonostante dall'analisi statistica non siano risultati dati statisticamente significativi, sono emersi dei dati interessanti sui quali proporre delle considerazioni.

Per il deficit in estensione abbiamo ragionato sulle fasi di appoggio terminale e pre-oscillazione del passo e della corsa, che sono i momenti in cui l'anca raggiunge la massima estensione prima di avanzare in flessione; in particolare la fase finale della pre-oscillazione è anche il momento in cui la caviglia raggiunge il maggior grado di flessione plantare, circa 15°, che è la sua loose-packed position.

La nostra ipotesi è che dopo una distorsione di caviglia il soggetto tenda ad evitare le posizioni di maggiore instabilità per la stessa. Ridurrà quindi i gradi di estensione nell'appoggio terminale e nella pre-oscillazione per diminuire la flessione plantare (LPP) alla tibio-tarsica, e di conseguenza ridurre lo stress legamentoso e proteggere la caviglia.

Rispetto al deficit articolare in rotazione esterna la nostra idea è che questo sia causato da un'ipovalidità degli abduttori d'anca, rotatori esterni, rispetto agli adduttori, rotatori interni. L'arto inferiore di conseguenza mantiene sempre un maggior grado di rotazione interna rispetto alla fisiologia nella camminata, nella corsa e nei cambi di direzione, collocando la caviglia in una posizione più vulnerabile alle lesioni in inversione ed aumentando così il rischio di recidiva.

I limiti evidenziati da questo studio osservazionale sono:

- l'esiguità del campione che limita la possibilità di ottenere dei dati statisticamente significativi e la forza delle deduzioni che possono essere fatte in merito ai risultati ottenuti.

- Il fatto che il nostro sia uno studio retrospettivo, di conseguenza non sappiamo se la distorsione di caviglia abbia causato la debolezza agli abduttori ed il deficit articolare in estensione ed in rotazione esterna d'anca, o ne sia la causa.
- La scarsità dei dati presenti in letteratura con cui poter confrontare i risultati dello studio ed aumentare la forza delle ipotesi avanzate.

In futuro sarebbe sicuramente interessante riproporre lo studio ampliando la numerosità campionaria. Sarebbe inoltre stimolante condurre uno studio prospettico utilizzando lo stesso protocollo valutativo ma in soggetti sportivi che non hanno mai subito un evento traumatico distorsivo alla caviglia.

CONCLUSIONI

La distorsione di caviglia è un evento traumatico molto frequente e spesso sottovalutato nella popolazione ed in particolare nei soggetti sportivi e la recidiva rispetto a questo infortunio è molto elevata. Dopo una distorsione di caviglia il trattamento riabilitativo viene spesso focalizzato sulla caviglia lesa, mentre viene scarsamente considerato come il conseguente dolore e l'alterato cammino con una errata distribuzione del carico sugli arti inferiori influiscano sull'intera catena cinetica.

Questo studio osservazionale intendeva valutare se esista una correlazione tra il deficit di forza all'anca e/o l'alterata articularità in questo distretto con la recidiva di distorsione di caviglia.

Dopo aver eseguito un'indagine bibliografica mirata sull'argomento, sono stati ricercati all'interno della popolazione sportiva atleti che riferissero di aver avuto almeno un episodio distorsivo alla caviglia. A questi soggetti, dopo la sottoscrizione del consenso informato, è stato somministrato un questionario per verificare che rispondessero ai criteri di inclusione fissati per lo studio. Sulla base di questo sono stati selezionati 12 soggetti, i quali sono successivamente stati sottoposti alla valutazione della forza e dell'articularità al distretto dell'anca. L'arto sano è stato utilizzato come gruppo di controllo.

I risultati ottenuti dai test valutativi hanno evidenziato che la maggior parte dei pazienti inclusi nello studio presenta una diminuzione della forza degli abduttori d'anca nell'arto con frequenti episodi distorsivi alla caviglia rispetto al controlaterale sano. Se l'attivazione, il reclutamento e la forza dei muscoli abduttori d'anca sono alterati, la stabilità posturale dinamica del complesso lombo-pelvico si riduce con una conseguente diminuzione della stabilità durante il cammino, la corsa ed i cambi di direzione, ed un aumento del rischio di ripetere l'evento traumatico.

Inoltre la maggioranza dei soggetti presenta una diminuita articularità all'anca nei movimenti di estensione e di rotazione esterna nel lato malato. Per il deficit in estensione la nostra ipotesi è che il soggetto tenda a ridurre i gradi di movimento in questa direzione per ridurre lo stress legamentoso e proteggere la caviglia nelle fasi di appoggio terminale ed oscillazione del passo.

Per quanto riguarda il deficit rotazione esterna la nostra idea è che sia causato da un'ipovalidità degli abduttori rispetto agli adduttori che fa sì che l'intero arto inferiore

venga mantenuto in rotazione interna, oltre che in adduzione, aumentando il rischio che si verifichi un evento traumatico alla caviglia in inversione.

L'esiguità del campione e l'impostazione di uno studio retrospettivo sono sicuramente due fattori limitanti di questo studio. In futuro sarebbe interessante approfondire la ricerca aumentando la numerosità campionaria; sarebbe inoltre interessante eseguire uno studio prospettico applicando lo stesso protocollo valutativo ad un gruppo di soggetti che non hanno mai avuto un episodio distorsivo alla caviglia.

BIBLIOGRAFIA

1. Fong, D.T., Hong, Y., Chan, L.K., Yung, P.S. & Chan, K.M. (2007) "*A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports*", Sports medicine (Auckland, N.Z.), vol. 37, no. 1, pp. 73-94.
2. Hertel J. (2002) "*Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability*", Journal of athletic training, vol. 37, no. 4, pp. 364-375.
3. Neumann D. A. (2010) "*Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for physical rehabilitation*", Mosby.
4. Felicia Farina, (2013) "*Anatomia dell'apparato locomotore*", EdiSES.
5. F. Lenarduzzi, S. Plateo, L. Visentin, A. Celia, L. Fedele, F. Sartor 2008, "*Il bendaggio funzionale in esiti di distorsione della tibiotarsica quale supporto al sistema propriocettivo: studio sperimentale di efficacia*", Europa Medicophysica, vol.44, pp. 1-6.
6. Daniel Tik-Pui Fong, Youlian Hong, Lap-Ki Chan, Patrick Shu-Hang Yung and Kai-Ming Chan 2007, "*A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports*", Sports Medicine (Auckland), N.Z., vol. 37, no. 1, pp. 73-94.
7. Frank W. Roemer et al 2014, "*Ligamentous injuries and the risk of associated tissue damage in acute ankle sprain in athletes*", The American Journal of Sports Medicine, Vol. 42, No. 7, pp. 1549-1557.
8. Safran, Marc R.; Benedetti, Roy S.; Bartolozzi, Arthur R. Iii; Mandelbaum, Bert R., "*Lateral ankle sprains: a comprehensive review: part 1: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis*", Medicine and science in sports and exercise, vol.31, no.7 Suppl, pp. S429-37.
9. Casonato O., Poser A. (2000) "*Riabilitazione integrate delle patologie della caviglia e del piede*", Ed. Masson, Milano.
10. Hiller C. E., Kilbreath S.L., Refshauge K.M. (2011) "*Chronic Ankle Instability: Evolution of the Model*", Journal of Athletic Training, vol. 46 no.2, pp. 133-141.
11. Gribble P., Robinson R. (2010) "*Differences in spatiotemporal landing variables during a dynamic stability task in subject with CAI*", Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, vol. 20 no.1, pp. e63-e71.
12. Shirley A. Sahrmann (2002) "*Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndrome*", Mosby.

13. Nikolaos Pefanis et al (2009) "*The effect of Q angle on ankle sprain occurrence*".
14. Tropp H. (2002) "*Commentary: Functional Ankle Instability Revisited*", Journal of Athletic Training, vol. 37 no.4, pp. 512-515.
15. Konradsen L., Voigt M. (2002) "*Inversion injury biomechanics in functional ankle instability: a cadaver study of simulated gait*", Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, vol. 12, pp. 329-336.
16. Scranton, P.E., Jr, McDermott, J.E. & Rogers, J.V. (2000) "*The relationship between chronic ankle instability and variations in mortise anatomy and impingement spurs*", Foot & ankle international/American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society, vol. 21, no. 8, pp. 657-664.
17. Ambretti P., Analisi biomeccanica della camminata e della corsa. Disponibile all'indirizzo: <http://ambretti.altervista.org/Biomeccanica-corsa-camminata.pdf>
18. Freeman, M.A., Dean, M.R. & Hanham, I.W. (1965) "*The etiology and prevention of functional instability of the foot*", The Journal of bone and joint surgery. British volume, vol. 47, no. 4, pp. 678-685.
19. Tropp, H., Odenrick, P. & Gillquist, J. (1985) "*Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint*", International Journal of Sports Medicine, vol. 6, no. 3, pp. 180-182.
20. Fong et al (2012) "*Kinematics Analysis of Ankle Inversion Ligamentous Sprain Injuries in Sports Five Cases From Televised Tennis Competitions*", The American Journal of Sports Medicine, Vol. 42, No. 11, pp. 2627-2632.
21. Negahban et al (2013) "*The Eccentric Torque Production Capacity of the Ankle, Knee, and Hip Muscle Groups in Patients with Unilateral Chronic Ankle Instability*", The Asian Journal of Sports Medicine, Vol. 4, No. 2, pp. 144-152.
22. Friel et al (2006) "*Ipsilateral Hip Abductor Weakness After Inversion Ankle Sprain*", Journal of Athletic Training, Vol.41, No. 1, pp. 74-78.
23. MacKinnon CD, Winter DA (1993) "*Control of Whole Body Balance in Frontal Plane During Human Walking*", Vol. 26, No. 6, pp.633-644.
24. McHugh MP, Tyler TF, Tetro DT, et al. (2006) "*Risk factors for noncontact ankle sprains in high school athletes: the role of hip strength and balance ability*", American Journal of Sports Medicine, Vol. 34, pp. 464-470.

25. Raumer Anna (2010), Tesi di laurea triennale “*Valutazione della biomeccanica e della cinematica dell’articolazione della caviglia con particolare riguardo ai legamenti*”
26. Paoletti G (2013), Tesi di laurea triennale “*Trattamento riabilitativo dell’instabilità cronica di caviglia: esiste una priorità temporale determinante tra gli obiettivi da perseguire?*”
27. MacKinnon CD, Winter DA (1993) “*Control of Whole Body Balance in Frontal Plane During Human Walking*”, Vol. 26, No. 6, pp.633-644.
28. Philip A. Gribble et al (2014) “*Selection Criteria for Patients With Chronic Ankle Instability in Controlled Research: A Position Statement of the International Ankle Consortium*”, Journal of Athletic Training, Vol. 40, No. 1, pp.121-127.
29. Rossi A (2011), Tesi di diploma master “*Affidabilità Intra e Inter Esaminatore della Misurazione della Articolarietà e della Forza dell’Anca in Soggetti Asintomatici con l’utilizzo di un Inclino metro e un Dinamometro Manuale Digitali*”.
30. Kendall F. P. (2005) “*I Muscoli Funzioni e Test con Postura e Dolore*”, Ed. Verduci, Roma.
31. Carrie L. et al (2006) “*Development and Reliability of the Ankle Instability Instrument*”, Journal of Athletic Training, Vol. 41, No. 2, pp.154-158.

ALLEGATI

Allegato 1: Questionario paziente

Parte 1: Informazioni generali del paziente

1. Nome

2. Cognome

3. Sesso

- o uomo
- o donna

4. Età

5. E-mail

6. Sport praticato

7. Numero di allenamenti settimanali

8. Da quanto tempo pratica questo sport?

9. Ha subito eventi traumatici negli ultimi 3 mesi che l'hanno costretto/a al riposo per più di un giorno?

- o sì
- o no

10. Se sì, di che tipo?

- o patologie muscolari
- o patologie tendinee
- o fratture
- o distorsioni al ginocchio
- o distorsioni alla caviglia destra
- o distorsioni alla caviglia sinistra
- o distorsioni ad entrambe le caviglie

11. Ha mai subito degli interventi chirurgici alle strutture muscolo - scheletriche (ossa, articolazioni, nervi) in uno dei due arti inferiori?

- sì
- no

12. Ha mai avuto una distorsione alla caviglia?

- sì
- no

13. Se sì, a quale caviglia?

- destra
- sinistra
- entrambe

14. Se sì, quante volte?

- destra: una
- destra: più di una
- sinistra: una
- sinistra: più di una

15. Quanto tempo fa è avvenuta la prima distorsione?

- destra: meno di un anno fa
- destra: più di un anno fa
- sinistra: meno di un anno fa
- sinistra: più di un anno fa

16. Quanto tempo è passato dall'ultima distorsione?

- destra: meno di 3 mesi
- destra: più di 3 mesi
- sinistra: meno di 3 mesi
- sinistra: più di 3 mesi

17. Ha interrotto l'attività fisica per almeno un giorno a causa della distorsione?

- sì
- no

18. Dopo la distorsione, la caviglia appariva gonfia e dolente?

- sì
- no

19. Ha mai fatto riabilitazione con un fisioterapista oppure a domicilio per la sua distorsione?

- sì
- no

Parte 2: Questionario Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)

20. Ho dolore alla caviglia

- o mai
 - o durante lo sport
 - o correndo su superfici irregolari
 - o camminando su superfici irregolari
 - o camminando su superfici piane
21. Percepisco la caviglia instabile
- o mai
 - o a volte durante lo sport (non ogni volta)
 - o frequentemente durante lo sport (ogni volta)
 - o a volte durante le attività quotidiane
 - o frequentemente durante le attività quotidiane
22. Quando faccio BRUSCHI cambi di direzione, percepisco la caviglia instabile
- o mai
 - o a volte nella corsa
 - o spesso nella corsa
 - o nel cammino
23. Scendendo le scale, percepisco la caviglia INSTABILE
- o mai
 - o se vado veloce
 - o saltuariamente
 - o sempre
24. Percepisco la caviglia INSTABILE, stando in piedi su UNA gamba sola
- o mai
 - o stando sull'avampiede (in punta)
 - o con tutto il piede a terra
25. Percepisco la caviglia INSTABILE
- o mai
 - o quando salto da un lato all'altro, da un piede all'altro
 - o quando salto sul posto con un solo piede
 - o quando salto con entrambi i piedi
26. Percepisco la caviglia INSTABILE
- o mai
 - o quando corro su superfici irregolari
 - o quando faccio jogging (corsetta) su superfici irregolari
 - o quando cammino su superfici irregolari
 - o quando cammino su una superficie pianeggiante
27. TIPICAMENTE, quando la caviglia inizia a girarsi (o inizia il movimento di distorsione), io posso fermare l'evento
- o immediatamente
 - o spesso nella corsa
 - o a volte

- mai
- non mi si è mai girata la caviglia

28. Dopo un TIPICO incidente di distorsione, la caviglia ritorna alla "normalità"
- quasi subito
 - in meno di un giorno
 - 1-2 giorni
 - più di due giorni
 - non mi si è mai girata la caviglia

Parte 3: Questionario Ankle Instability Instrument (AII)

29. Ha mai avuto una distorsione di caviglia?

- sì
- no

30. Si è mai fatto visitare da un esperto per una distorsione di caviglia?

- sì
- no

31. Se sì, come ha classificato la sua distorsione più grave?

- lieve (grado 1)
- moderata (grado 2)
- grave (grado 3)

32. Ha mai utilizzato un ausilio (come le stampelle) perché non riusciva a sostenere il peso a causa della distorsione?

- sì
- no

33. Se sì, nell'episodio più grave, per quanto tempo ha necessitato delle stampelle?

- 1-3 giorni
- 4-7 giorni
- 1-2 settimane
- 2-3 settimane
- > 3 settimane

34. Ha mai avuto una sensazione di "cedimento" alla caviglia?

- sì
- no

35. Se sì, quando è stata l'ultima volta che la sua caviglia ha "ceduto"?

- < 1 mese fa
- 1-6 mesi fa
- 6-12 mesi fa
- 1-2 anni fa
- > 2 anni fa

36. Percepisce mai la sua caviglia instabile quando cammina su una superficie piana?
o sì
o no
37. Percepisce mai la sua caviglia instabile quando cammina su un terreno irregolare?
o sì
o no
38. Percepisce mai la sua caviglia instabile durante le attività ricreative o durante lo sport?
o non applicabile
o sì
o no
39. Percepisce mai la sua caviglia instabile mentre sale le scale?
o sì
o no
40. Percepisce mai la sua caviglia instabile mentre scende le scale?
o sì
o no

Allegato 2: Valutazione della forza

Valutazione della forza degli estensori d'anca

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
1	16,8 kg	20,4 kg	-3,6 kg
2	16,9 kg	16,8 kg	0,1 kg
3	9,9 kg	8,8 kg	1,1 kg
4	17,1 kg	17 kg	0,1 kg
5	33,5 kg	36,4 kg	-2,9 kg
6	18,1 kg	15,6 kg	2,5 kg
7	16,3 kg	16,8 kg	-0,5 kg
8	10,1 kg	13,8 kg	-3,7 kg
9	17,9 kg	17,3 kg	0,6 kg
10	14,9 kg	14,1 kg	0,8 kg
11	20,3 kg	21,3 kg	-1,0 kg
12	19,6 kg	17,3 kg	2,3 kg

Tabella 7 - Forza estensori d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	7	7
Media	16,3429	15,2714
Dev. standard	3,1780	3,0799
<i>t</i>	0,6406	
gradi di libertà	12	
P (livello di significatività)	0,5338	

Tabella 7a - test t di Student

Valutazione della forza dei flessori d'anca

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
1	18,5 kg	19,7 kg	-1,2 kg
2	22,2 kg	18,3 kg	3,9 kg
3	25,3 kg	24,2 kg	1,1 kg
4	18,9 kg	22 kg	-3,1 kg
5	32 kg	30,1 kg	1,9 kg
6	17,6 kg	15,3 kg	2,3 kg
7	18,7 kg	16,6 kg	2,1 kg
8	21 kg	18,5 kg	2,5 kg
9	23,3 kg	21,7 kg	1,6 kg
10	23 kg	24,4 kg	-1,4 kg
11	22,8 kg	22,6 kg	0,2 kg
12	18,2 kg	19,1 kg	-0,9 kg

Tabella 8 - Forza flessori d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	8	8
Media	22,8625	20,9375
Dev. standard	4,4491	4,7692
<i>t</i>	0,8348	
gradi di libertà	14	
P (livello di significatività)	0,4179	

Tabella 8a - test t di Student

Valutazione della forza dei rotatori esterni d'anca

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
1	9,2 kg	10,2 kg	-1 kg
2	10,8 kg	9,6 kg	1,2 kg
3	12,2 kg	11,5 kg	0,7 kg
4	14,7 kg	14,6 kg	0,1 kg
5	12,5 kg	12,7 kg	-0,2 kg
6	12,4 kg	9,7 kg	2,7 kg
7	11,3 kg	12,2 kg	-0,9 kg
8	8,5 kg	8 kg	0,5 kg
9	14,1 kg	12,8 kg	1,3 kg
10	13 kg	14,7 kg	-1,7 kg
11	13,1 kg	11,8 kg	1,3 kg
12	10,2 kg	13,2 kg	-3,0 kg

Tabella 9 – Forza rotatori esterni d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	7	7
Media	12,2571	11,1429
Dev. standard	2,0951	2,2210
<i>t</i>	0,9655	
gradi di libertà	12	
P (livello di significatività)	0,3534	

Tabella 9a - test t di Student

Valutazione della forza dei rotatori interni d'anca

ID	lato malato (media)	lato sano (media)	delta
1	8,7 kg	9,2 kg	-0,5 kg
2	10,4 kg	10,6 kg	-0,2 kg
3	11 kg	10 kg	1,0 kg
4	12,7 kg	12 kg	0,7 kg
5	16 kg	15,2 kg	0,8 kg
6	12,4 kg	12,2 kg	0,2 kg
7	8,8 kg	8,9 kg	-0,1 kg
8	10,6 kg	9,1 kg	1,5 kg
9	9,9 kg	10,5 kg	-0,6 kg
10	12,1 kg	10,7 kg	1,4 kg
11	6,5 kg	5,9 kg	0,6 kg
12	9,9 kg	12,1 kg	-2,2 kg

Tabella 10 – Forza rotatori interni d'anca

	sano	malato
Numerosità campione	7	7
Media	11,6143	10,7286
Dev. standard	2,8527	2,8947
<i>t</i>	0,5766	
gradi di libertà	12	
P (livello di significatività)	0,5749	

Tabella 10° - test t di Student

Allegato 3: Approvazione del Comitato Etico



Comitato etico per la pratica clinica

PARERE CONSULTIVO DEL COMITATO ETICO SUL PROGETTO DI RICERCA

TITOLO : "Forza ed articularità dell'anca in soggetti sportivi con frequenti episodi distorsivi della caviglia. Studio osservazionale"

"Hip strength and range of motion in sportive subjects with recurrent ankle sprain. Observational study"

AUTORI: F.Corrò, G.Granzotto, D.Venturin

L'elaborato basato su uno studio clinico si presenta strutturato in modo adeguato, i punti salienti, quali: il piano di lavoro, l'obiettivo principale, il disegno e l'articolazione dello studio, la trascrizione specifica dei metodi e dei materiali con i relativi criteri di inclusione ed esclusione, l'avvenuto consenso, l'adesione al trattamento dei dati personali, il riassunto dello studio e la bibliografia sono stati formulati e sviluppati coerentemente e secondo i generali criteri stabiliti.

Il progetto complessivamente si dimostra chiaro, lineare e completo in ogni sua parte, assecondando i cardini, il metodo e le richieste che lo studio sperimentale di tipo osservativo, monocentrico e descrittivo impone. Nonostante lo sperimentatore non intervenga direttamente sulle variabili osservate la documentazione allegata all'elaborato da consegnare ai pazienti ritenuti idonei allo studio sperimentale (modulo per il Consenso Informato e per il Trattamento dei Dati Personali) è di primaria importanza, nonché obbligo di legge e successivamente requisito fondamentale ed indispensabile al concreto svolgimento e alla vera attuazione dello studio.

Tali moduli, in particolare il Consenso Informato che riporta le indicazioni essenziali per tutti coloro a cui viene chiesto di partecipare allo studio, oltre alla loro valenza prettamente legale, sono una delle massime espressioni per la realizzazione di un'adeguata relazione comunicativa per i soggetti presi in causa, un effettivo passo per un approccio medico-sanitario orientato eticamente, volto a tutelare la dignità della persona, e non improntato su un approccio paternalistico ignaro della volontà e

Questo documento è stato scaricato dal sito intranet aziendale. L'aggiornamento della copia cartacea del presente documento non è garantito previa verifica con il sito intranet aziendale.

dell'autodeterminazione del paziente. Per questo motivo la documentazione consegnata alla popolazione oggetto non deve essere limitata al solo consenso ma deve principalmente enfatizzare il processo informativo in modo tale che si instauri un dialogo ed un incontro comunicativo reale e significativo in cui venga verificato, dopo aver previsto i tempi opportuni, i luoghi adeguati e la modalità di linguaggio appropriato (in base all'età, alla condizione psicologica e di salute, alla lingua, al grado culturale e religioso), l'effettiva comprensione di quanto riferito.

Infatti, secondo le linee guida aziendali ULSS7 per le procedure di Informazione e di Acquisizione del Consenso Informato, l'assenza di un'informazione adeguata invalida qualsiasi modulo di consenso sottoscritto. Dal punto di vista etico è dunque doveroso sottolineare l'importanza di un adeguato e congruo processo informativo costituito non solo da un'informazione formale e specialistica consegnata in forma scritta ma, soprattutto, da un colloquio in cui si attui un'autentica relazione comunicativa che tenga conto del profilo specifico della persona interessata e che si adoperi a delucidare in modo chiaro e trasparente l'obiettivo dello studio, la sua articolazione, la garanzia di tutela, la natura e l'esercizio dei dati, i titolari del trattamento, le relative finalità e, se necessario, sia pensata per soddisfare curiosità, rispondere a dubbi e/o chiarimenti e farsi carico delle perplessità o dei disagi che l'Informativa e il Consenso possono, trattando con persone, comportare.

All'interno di un progetto di tipo osservazionale, oltre all'aspetto metodologico-organizzativo, l'elemento comunicativo assume quindi un ruolo primario che non deve essere sottovalutato, la considerazione solamente procedurale della documentazione rischia, infatti, di spogliare l'aspetto relazionale e la rilevanza antropologica intrinseca: la ricerca che persegue il *verum* necessita l'accompagnamento dell'etica che mira, oltre al vero, a perseguire il *bonum*, il "bene umano" che trova la sua matrice nell'agire con umanità responsabile tendendo conto della concretezza situazionale e del "tu" con il quale si entra in contatto. La stessa centralità della persona, l'autentica apertura comunicativa-relazionale, la sistematicità dell'approccio, la possibilità di accantonare il disequilibrio e l'asimmetria tra paziente e sperimentatore permettono le giuste ed adeguate condizioni