



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA**



Università degli studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A 2015 / 2016

Campus Universitario di Savona

Una limitazione in Dorsiflessione di caviglia come fattore di rischio per lesioni del Legamento Crociato Anteriore

Candidato :

Dott. Ft. Francesco Erba

Relatore:

Dott. Ft. OMT Marcello Girardini

INDICE

Abstrac	03
Introduzione	04
Materiali e metodi	09
Risultati	11
Discussione	29
Conclusione	35
Bibliografia	36

ABSTRACT

Background: La lesione del legamento crociato anteriore (LCA) è un evento traumatico distrattivo con un'incidenza piuttosto elevata nella popolazione di giovane età, in quanto tende a verificarsi maggiormente durante l'attività sportiva. Capire quali sono le cause alla base di questo infortunio è importante per poter sviluppare adeguate strategie di prevenzione.

Obiettivo: Lo scopo di questo elaborato è quello di indagare se una limitazione in dorsiflessione di caviglia possa essere un fattore di rischio per lesioni al legamento crociato anteriore di ginocchio.

Materiali e metodi: La ricerca è stata condotta sulle banche dati biomediche di Pubmed e PEDro. Sono stati inclusi tutti gli articoli a disegno sperimentale che mettessero in correlazione il ruolo della caviglia e del piede con la biomeccanica del ginocchio o che studiassero i fattori predittivi per lesioni dal LCA. Sono stati esclusi studi non attinenti o di bassa qualità metodologica.

Risultati: Dei 137 articoli trovati sulle banche dati, 15 articoli sono stati selezionati e ritenuti validi per condurre la revisione.

Conclusioni: Gli articoli analizzati suggeriscono che l'articolazione della caviglia giochi un ruolo chiave nella cinematica dell'arto inferiore. Una sua limitazione in dorsiflessione può portare ad una serie di compensi sull'articolazione del ginocchio che sono risultati essere predittivi per infortuni al LCA.

Nei vari movimenti funzionali, analizzati in questi studi, una limitazione in dorsiflessione causava un maggior valgismo dinamico di ginocchio ed una sua minor flessione con un conseguente aumento delle forze di reazione del suolo a carico dell'articolazione. È perciò importante inserire, a scopo preventivo, uno screening dell'articolazione della caviglia ed esercizi specifici di allungamento dei muscoli planti-flessori.

INTRODUZIONE

Lo scopo di questo elaborato è quello di indagare se una limitazione in dorsiflessione di caviglia possa essere un fattore di rischio per lesioni al legamento crociato anteriore di ginocchio.

Il LCA svolge un ruolo chiave nella stabilità del ginocchio e una sua lesione porta ad un'alterazione della cinematica con possibili modificazioni secondarie degenerative e funzionali a lungo termine.^{18, 19}

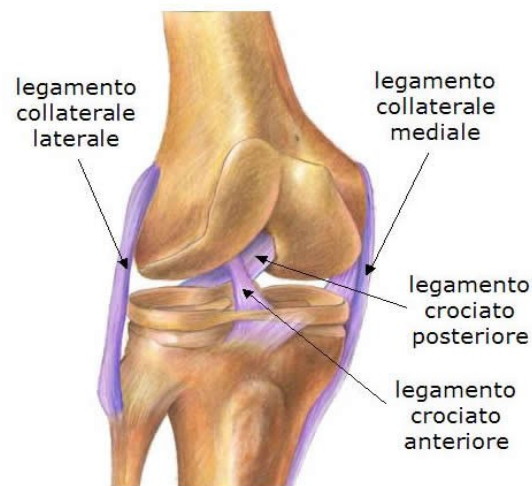


Figura 1 Legamenti del ginocchio

È il legamento del ginocchio maggiormente soggetto a rottura completa, una lesione che si verifica soprattutto negli atleti.

Circa l'80% delle lacerazioni del LCA legate ad attività sportive è costituito da lesioni senza contatto, che si producono nel corso di manovre di rotazione dell'arto o salti.^{1, 2, 3,}

I movimenti principali che comportano una lesione del LCA sono i cambi di direzione, l'atterraggio da un salto, la torsione e la rotazione.

La caratteristica principale di queste lesioni senza contatto è il coinvolgimento di molteplici vettori di forza sul ginocchio, quello che viene definito carico multi planare: quindi non uno spostamento della tibia o del femore in una singola direzione ma più forze che agiscono sul ginocchio.

La posizione del ginocchio leggermente flesso, con il quadricipite in contrazione eccentrica e il movimento in valgismo, associato a una rotazione interna o esterna della tibia sembrerebbe essere il movimento che causa la lesione del legamento crociato anteriore.

Hewett et al (2005) hanno scoperto che una prima selezione di atleti con lesione dell' LCA presentava una più elevata percentuale di valgismo dinamico ed elevati carichi sul ginocchio in abduzione nel momento di atterraggio dopo un salto.¹⁶

La fase di abduzione del ginocchio, che gioca un ruolo diretto nel valgismo dinamico degli arti inferiori e nel carico sull'articolazione del ginocchio, ha mostrato una sensibilità del 78% e una specificità del 73% nel prevedere future lesioni dell'LCA.¹⁶

Quindi una postura scorretta di anca, ginocchio ma anche caviglia possono predisporre un infortunio LCA o contribuire a stirarlo. Questo soprattutto durante attività dinamiche, infatti, diversi studi svolti, ad indagare fattori di rischio per infortuni all'LCA, mostrano come una minor flessione di ginocchio e un maggior valgismo, durante l'atterraggio da un salto, aumentino le forze di carico assiale sull'articolazione e sul legamento.

Il Rischio è maggiore nelle donne di circa 4 o 6 volte proprio per la loro morfologia strutturale che comporta un maggior valgismo.

In una revisione sistematica, Quatman et al 2010¹⁷ hanno riferito che l'82% degli studi ha mostrato un meccanismo di lesione multi planare e non vi è ancora un accordo unanime su quale di questi elementi incida maggiormente come causa per la lesione del legamento.

Data l'eterogeneità dei meccanismi lesivi responsabili di infortuni al LCA è indispensabile soffermarsi a studiare anche l'articolazione della caviglia, del piede e dell'anca che possono influire in maniera ascendente o discendente sull'allineamento, statico e dinamico del ginocchio.

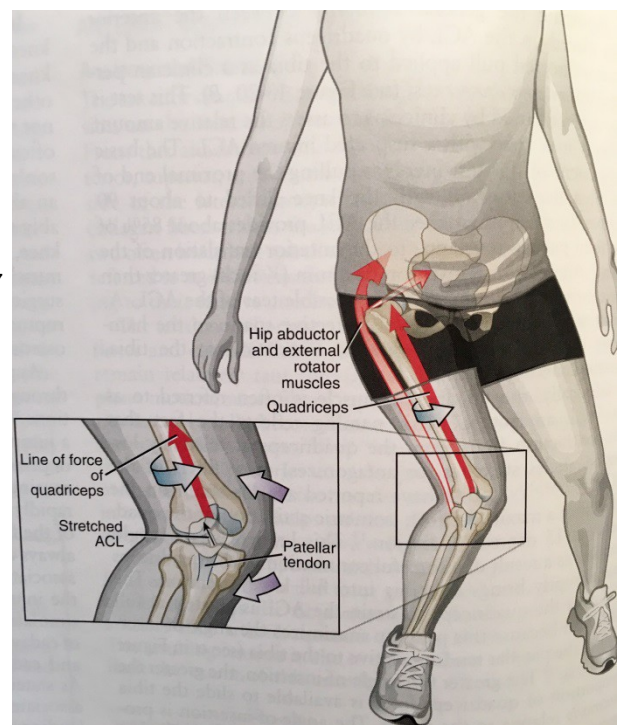


Fig. 2 Valgismo dinamico del ginocchio

Infatti, in fase di carico (weight-bearing) la posizione dell'anca e del piede influenzano molto l'allineamento rispettivo di femore e tibia.

È stato dimostrato che un adduzione e rotazione interna dell'anca, incrementi il valgismo e la rotazione esterna del ginocchio aumentando le tensioni sul LCA.

Un'attività ridotta degli abduttori ed extra rotatori dell'anca possono contribuire a mantenere questa posizione erronea.²⁷

Mentre c'è un' abbondanza di materiale in letteratura riguardante il ruolo dell'anca, sia come ROM sia come forza muscolare nella gestione dell'allineamento dell'arto inferiore, minori studi sono stati condotti per investigare l'influenza che ricopre la caviglia sull'allineamento di quest'ultimo.

Una limitazione in dorsiflessione di caviglia è oramai nota essere presente in individui con PFPS (Patello Femoral Pain Syndrome).²⁴

Essa porta ad una serie di compensi biomeccanici come una maggior pronazione della sotto-astraglica, una rotazione interna di tibia che contribuisce a una rotazione interna di tutto l'arto inferiore e ad una posizione di valgismo del ginocchio.

Queste alterazioni sul piano frontale e trasverso possono portare a sviluppare disturbi al ginocchio come la PFPS o essere un fattore predisponente ad infortuni osteo-legamentosi.²⁵

Uno scarso controllo neuromuscolare dell'arto inferiore, specialmente del ginocchio, durante gesti sportivi è un fattore di rischio primario per infortuni di LCA ²⁸.

Le ricerche di Fong et al ³ hanno mostrato come individui con una limitazione in dorsiflessione di caviglia atterassero da un salto con una meccanica erronea, ovvero, minor flessione di ginocchio e con un maggior compenso sul piano frontale.

Altri studi mostrano una forte correlazione tra la caviglia e le articolazioni adiacenti, mostrando come la cinematica dell'intero arto inferiore sia modificata quando il piede appoggia su una superficie inclinata. Machintosh et al 2006. ²⁶

Questi cambiamenti sulla biomeccanica dell'arto inferiore possono stressare e caricare maggiormente alcuni tessuti incrementando, così, il rischio per alcuni tipi di infortuni.

Una limitazione in dorsiflessione di caviglia può limitare il movimento in anteriorità del ginocchio sul piede andando così a compensare con rotazioni o adduzione sul piano frontale.

Infatti, individui con una limitazione in dorsiflessione di caviglia mostrano un maggior valgismo dinamico durante l'atterraggio da un salto, una minor flessione di ginocchio e delle maggiori forze da impatto sull'articolazione.

Quando il piede è in appoggio, come durante la fase di stance nel cammino, sarà la gamba a ruotare in avanti sull'astragalo.

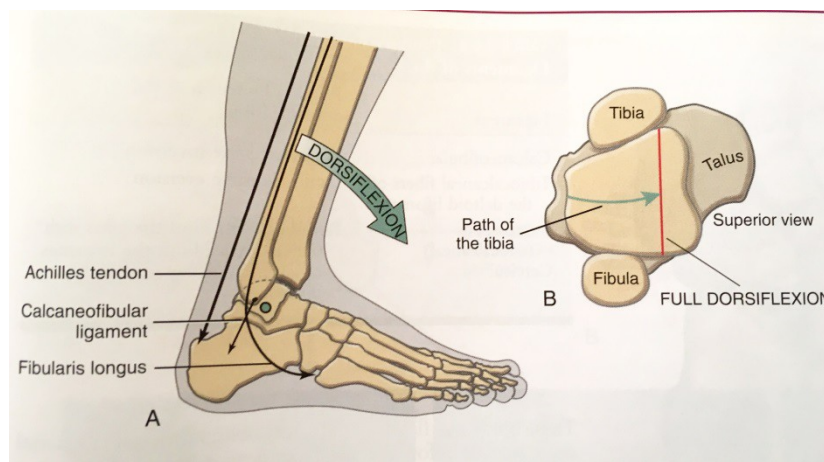


Fig 5 forze compressive durante dorsiflessione di caviglia in weight bearing

Di conseguenza, per attenuare le forze di atterraggio l'arto inferiore deve dissiparle con un ampio movimento articolare sul piano sagittale ma, se questo è limitato, si attuerà un compenso dell'arto inferiore sugli altri piani di movimento (frontale – trasverso) per assistere la decelerazione del centro di massa corporeo:

- in pronazione del piede,
- in valgismo di ginocchio
- in rotazione interna d'anca

Si è visto come i flessori plantari di caviglia giochino un ruolo fondamentale nell'assorbire e dissipare le forze di atterraggio da un salto.

La massima dorsiflessione va ad allungare la parte posteriore della capsula articolare e tutti i tessuti in grado di trasmettere la plantiflessione, come il tendine d'Achille.

Bell et al¹⁵ hanno notato come i soggetti con maggior valgismo dinamico di ginocchio, durante uno squat bipodalico, presentavano, anche, gastrocnemio e soleo più rigidi.

Questi soggetti, attraverso un rialzo sotto il tallone per plantiflettere maggiormente la caviglia e scaricare la rigidità del soleo e gastrocnemio, correggevano questo valgismo. Ciò era possibile perché la caviglia era più libera di muoversi in dorsiflessione e non si dovevano attuare compensi del ginocchio sul piano frontale.

Un rialzo del tallone può essere usato per differenziare tra una problematica di controllo muscolare prossimale o distale.

Se non è presente o diminuisce molto il valgismo dinamico con il rialzo sotto il tallone si tratta di una problematica distale.

MATERIALI e METODI

È stata effettuata una sintesi analitica, della letteratura biomedica attraverso due principali banche dati : PubMed e PEDro.

Il quesito clinico su cui si è focalizzata la ricerca è “Una limitazione in dorsiflessione di caviglia può essere un fattore di rischio per le lesioni del LCA?”

Per effettuare una ricerca adeguata ed esaustiva sono state utilizzate diverse parole chiave collegate tra loro con i vari operatori booleani.

Keywords: Ankle; Dorsiflexion; ACL injury; Knee; Knee injury

Inizialmente si è data la priorità alla sensibilità della ricerca per includere il maggior numero di studi.

Successivamente si è cercato di renderla più specifica combinando, tra loro, le varie parole chiave per creare una stringa di ricerca più selettiva.

TERMINE	OPERATORE	TERMINE	OPERATORE	TERMINE	RISULTATI
“ACL” (MeSH)	AND	“ANKLE”	/	/	392
“KNEE INJURY”	AND	“ANKLE” (MeSH)	/	/	137
“ANKLE” (MeSH)	AND	“KNEE”	AND	“ACL”	90
“DORSIFLEXION”	AND	“KNEE”	AND	“ACL”	33

Sono stati inclusi nello studio solo gli articoli pertinenti per titolo ed argomento e con un livello di evidenza alto: (Livello I e II oppure PEDro scale >6) in modo da utilizzare informazioni e dati validi e privi di errori sistematici.

Gli articoli selezionati derivano, infatti, da uno o più studi randomizzati con un disegno appropriato.

Invece, non è stato utilizzato un limite temporale per la selezione degli studi in quanto non sussisteva alcun motivo per non includere anche lavori precedenti.

Nonostante ciò la maggior parte degli studi trovati ed utilizzati appartengono agli ultimi 5 anni, forse, per un maggior interesse alla prevenzione e alla tipologia di problema.

Sono stati esclusi dallo studio articoli non pertinenti tramite la lettura del titolo e dell'abstract ed articoli di bassa qualità Livello di evidenza < II oppure PEDro scale < 6

RISULTATI

La ricerca iniziale sulle banche dati MEDLINE (attraverso PubMed) e PEDro ha prodotto 137 articoli.

Inizialmente attraverso la lettura del titolo e dove richiesto dell'abstract sono stati esclusi 113 articoli che non mostravano attinenza al quesito di ricerca altri 9 sono stati esclusi poiché d bassa qualità, perciò non erano conformi ai criteri di inclusione/esclusione individuati.

Dei 15 articoli selezionati per la revisione si è proceduto con la lettura ed analisi del full text.

Nella Flow chart (FIGURA 1) sono riportati in modo schematico, i procedimenti metodologici che hanno portato alla selezione dei 15 articoli finali.

Nella Tabella 1 sono stati riportati in sintesi tutti gli articoli selezionati per la revisione

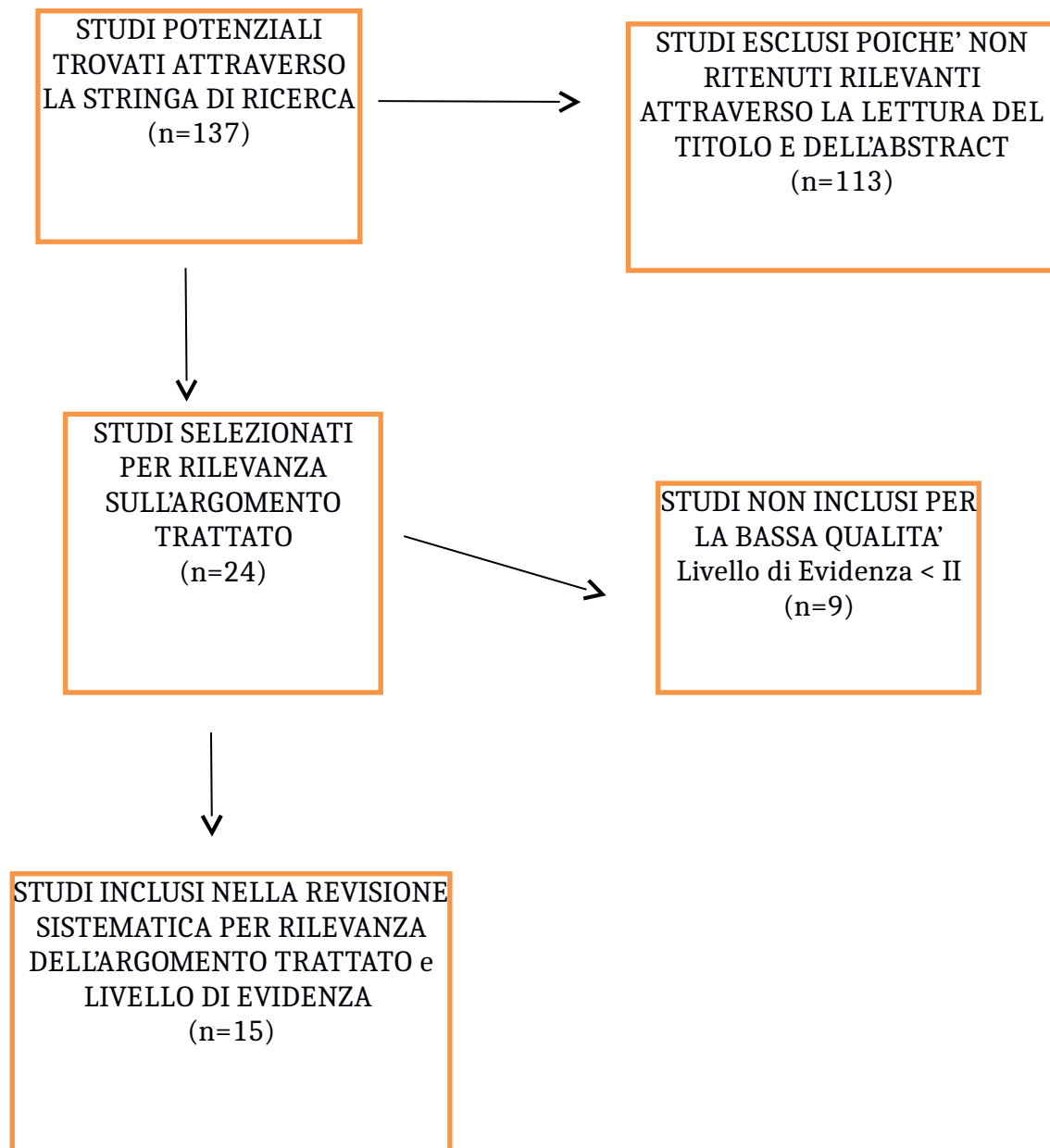


Figura 1. Flow-chart del processo di selezione degli studi

Tabella 1. Sintesi degli articoli selezionati

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
D. Amaraee 2014	Studio retrospettivo	Indagare i fattori di rischio per le lesioni del LCA	53 soggetti maschi con lesione completa del LCA da non contatto Età 25 +/- 4.83 Altezza 178.09 +/- 6.74 cm Peso 79.03 +/- 12.83	Sono stati valutati i due arti inferiori: Navicular drop ROM in dorsiflessione Rotazione interna d'anca Rotazione esterna d'anca Iper estensione di ginocchio Angolo Q Rotazione interna di tibia Antiversione d'anca	Varie misurazioni	Sono risultate statisticamente significative come variabili indipendenti solo la rotazione interna, l'antiversione d'anca e la dorsiflessione di caviglia $p = 0.001 / 0.003 / 0.004$

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Charlotta W. 2014	Studio comparativo	Valutare differenze nel grado di dorsiflessione di caviglia tra soggetti sani e soggetti che hanno subito un infortunio al LCA	60 soggetti 30 sani 30 infortunati	Dorsiflessione passiva misurata con goniometro in weight bearing a ginocchio flesso.	Diversi gradi di dorsiflessione	Gruppo con lesione LCA mostrava una limitazione in dorsiflessione rispetto al gruppo di controllo Differenza statisticamente significativa $p = 0.001$ tra i due gruppi. Non si evidenziavano differenze significative tra l'arto infortunato e quello sano.

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Chun-Man Fong 2011	Studio di laboratorio descrittivo	Valutare la relazione tra ROM in dorsiflessione e la biomeccanica dell'atterraggio da un salto	35 soggetti sani 17 M e 18 F 20 +/- 1,5 anni 1,7 +/-0.1 m 73.4 +/- 14.1 kg	Dorsiflessione passiva misurata con goniometro, in scarico dal peso del corpo, sia a ginocchio esteso che flesso (supino e seduto) Richiesti 5 salti orizzontali da un gradino di 30 cm posto al 40% dell'altezza del soggetto, atterrando su una piastra registrante la forza. Biomeccanica dell'atterraggio misurata tramite motion-capture system	Semplice correlazione tra Rom in dorsiflessione con la flessione di ginocchio e il valgismo dinamico durante l'atterraggio.	Correlazione statisticamente significativa tra un grado maggiore di ROM in dorsiflessione con maggior grado di flessione di ginocchio $p=0.029$, maggior grado di flessione d'anca $p=0.035$ e forze minori di reazione del suolo $p=0.014$ Altre correlazioni come il valgismo dinamico non sono risultate significative $p=0.091$

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Darin A.Padua 2015	Coorte	Verificare l'abilità del LESS (Landing Error Scoring System) di identificare un rischio di infortunio al LCA	829 Giovani calciatori di elite. 348 M e 481F Età 13.9 +/- 1.8	Richiesti 3 salti orizzontali da un gradino di 30 cm posto al 50% dell'altezza del soggetto. Biomeccanica dell'atterraggio valutata tramite registrazione video di 3 telecamere. Gli atleti sono stati seguiti in maniera prospettica durante la stagione	LESS Una biomeccanica alterata di movimento con una riduzione della flessione di ginocchio e uno spostamento mediale (valgismo)	7 partecipanti hanno subito un infortunio del LCA senza contatto durante la partita. Tutti i partecipanti non avevano infortuni precedenti. I partecipanti infortunati avevano un punteggio maggiore al LESS $p = 0.005$ rispetto ai partecipanti che non si sono infortunati. Indicando una tecnica di atterraggio sbagliata

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Karli E. Dill 2014	Cross selection al	Misurare le differenze nella cinematica del ginocchio in soggetti con limitazione alla dorsiflessione e soggetti senza limitazione	Su 67 individui sono stati selezionati 20 M e 20 F. Si sono formati 2 gruppi da 20 (10 donne + 10 uomini) ciascuno. Gruppo normale una dorsiflessione > 15° Gruppo limitato dorsiflessione < 5°	Dorsiflessione misurata in scarico, da supino, con un goniometro a ginocchio esteso. In carico durante le attività richieste con un inclinometro digitale con motion-tracking system. Valutati in serie Over Head Squat, Single leg squat con la gamba dominante fino a 60° di flessione di ginocchio e Jump Landing da un gradino di 30 cm posto al 50% dell'altezza del soggetto.	Gradi di flessione di ginocchio Gradi di valgismo Rotazione interna ginocchio	Il gruppo normale ha dimostrato un grado maggiore di flessione di ginocchio durante OHS $p = 0.001$ e durante il SLS $p = 0.003$. Durante il SLS ha mostrato anche un maggior varismo $p = 0.048$ Non sono risultate differenze significative per quanto riguarda la rotazione interna, ne durante il JL

Rif. articolo	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
E. Macrum 2012	Cross Selection al	Valutare l'effetto di una restrizione in dorsiflessione sulla cinematica e sull'attività dell'arto inferiore durante uno squat	30 soggetti sani senza infortuni 15 M e 15 F dai 18 ai 30 anni Altezza 173.5 +/- 12.1 cm Peso 72 +/- 16.4 kg	Ogni partecipante ha eseguito 7 squat bipodalici prima su una superficie piana poi su un piano inclinato di 12° anteriormente per simulare una limitazione in dorsiflessione	Analisi biomeccanica 3D tramite markers e video sulla cinematica di ginocchio e anca. EMG di vasto mediale obliquo, vasto laterale, gastrocnemio laterale e soleo	Il piano inclinato ha mostrato un decremento della flessione di ginocchio p = 0.001, un maggior valgismo p = 0.02, uno spostamento mediale del ginocchio p = 0.001, un decremento dell'attività del vasto laterale p = 0.002, un decremento dell'attività del VMO con p = 0.049 ed un aumento dell'attività del soleo p = 0.03

Rif. articolo	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Marshal Hagins 2007	Cross Selection al	Valutare l'effetto di una restrizione in dorsiflessione sulla cinematica e sull'attività dell'arto inferiore durante l'atterraggio da un salto	8 ballerini senza infortuni precedenti. 3 M e 5 F Età 28.1 +/- 3.2 anni Altezza 167.2 +/- 8.2 cm Peso 63.5 +/- 15.1 kg	Tre salti orizzontali da un gradino di 40 cm atterrando su una piastra registrante la forza. Sono stati cambiati anche l'inclinazione del piano d'atterraggio con 3.6° prima medialmente poi lateralmente poi anteriormente ed infine posteriormente	Analisi biomeccanica 3D tramite markers e video sulla cinematica di ginocchio, anca e caviglia. EMG di retto femorale, bicipite femorale, tibiale anteriore, gastrocnemio. Forza di reazione del suolo	Il piano inclinato mostrava un maggior valgismo $p < 0.001$, un maggior picco di flessione di ginocchio $p = 0.001$, una minor dorsiflessione di caviglia $p < 0.001$ ed una maggior forza di reazione del suolo $p = 0.001$. Non sono emerse differenze di EMG

S.M. Sigward 2008	Cross selectiona I	Determinare un'associazione tra l'escursione del ginocchio sul piano frontale, durante l'atterraggio da un salto, con il ROM di anca, caviglia e con la forza degli estensori,abduettor i e rotatori esterni d'anca.	39 femmine di una scuola calcio 15.5+/- 1.0 anni di 162.2 +/- 5.3 cm e di 56.8 +/- 6.7kg	Valutata la forza muscolare dell'anca con un dinamometro: estensori da prono a ginocchio flesso 90°, abduuttori da decubito laterale ad anca abdotta di 20° e ginocchio esteso, rotatori esterni da seduto con ginocchio flesso a 90°. ROM mediante goniometro anca : rotazione interna ed esterna da seduto con ginocchio flesso a 90° caviglia: dorsi flessione prono con ginocchio flesso a 30°	Sistema di motion analysis system con 6 telecamere per valutare l'escursione del ginocchio sul piano frontale	L'escursione sul piano frontale del ginocchio è modificata significativamente dalla dorsi flessione di caviglia p=0.05 e dalla rotazione esterna d'anca p=0.005 assieme contribuiscono al 27% della variazione sul piano frontale. Non sono risultati significative le misurazioni della forza dei muscoli dell'anca o del ROM in rotazione interna
-------------------------	--------------------------	--	--	--	---	---

bibliografic	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Timothy E. Hewett 2005	Coorte	Indagare i fattori di rischio per le lesioni del LCA	205 femmine atlete di sport ad alto rischio per lesione LCA Età 15.8 +/- 1.7 Altezza 167.7 +/- 6.3 Peso 59.1 +/- 8.1	Screening pre-stagione attraverso l'analisi di un Drop Vertical Jump eseguito dopo la discesa in salto da un gradino di 30 cm. Parametri presi attraverso l'analisi 3D di un video con l'ausilio di 25 body markers. Gli atleti sono stati seguiti durante il corso della stagione	Analisi biomeccanica 3D tramite markers e video	Le 9 atlete che hanno subito un infortunio al LCA Mostravano 8° in più di abduzione di ginocchio durante l'atterraggio p = 0.05 rispetto alle 196 non infortunate. Avevano un momento abduzione di ginocchio 2,5 volte maggiore rispetto all'altro gruppo p = 0.001 e un 20% in più di forza di reazione del suolo p = 0.05 Non sono state segnalate differenze sull'angolo di flessione di ginocchio tra i due gruppi.

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultat
Philip Malloy 2014	Studio di laboratorio descrittivo	Valutare la relazione tra ROM in dorsiflessione e la biomeccanica dell'atterraggio da un salto	23 Femmine calciatrici di college. Età 19.4 +/- 0.84 Altezza 167.9 +/- 5 cm Peso 61 +/- 4 kg	Dorsiflessione passiva misurata da supino con goniometro a ginocchio esteso. Richiesti 5 Drop Vertical Jump. Biomeccanica dell'atterraggio misurata tramite con motion-capture system	Semplice correlazione tra Rom in dorsiflession e con la flessione di ginocchio e il valgismo dinamico durante l'atterraggio.	Le atlete con una minore flessibilità in dorsiflessione mostravano un momento abduzione maggiore del ginocchio $p = 0.017$ ed un minor grado di flessibilità del ginocchio durante l'atterraggio $p = 0.035$

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
T.Bell-Jenje 2015	Cross Selectional	Valutare la relazione tra il ROM in dorsiflessione con l'adduzione e la rotazione interna dell'anca durante la discesa di un gradino.	30 femmine sane. Età 20.4 +/- 0.9	Discesa da un gradino di 25 cm in appoggio sulla gamba dominante, sia mantenendo il tallone appoggiato sia sollevandolo dal gradino. Le misurazioni dei vari angoli sono state fatte attraverso l'analisi in laboratorio di filmati con body-markers	< 18° di dorsiflession e sono stati considerati come una limitazione <18° = 10 n >18° = 20 n	I 10 partecipanti con < 18° di dorsiflessione hanno presentato una maggiore adduzione d'anca sia a tallone appoggiato che sollevato p =0.001 e p = 0.008 mentre non si sono riscontrate differenze tra i due gruppi in termini di rotazione interna d'anca

Rif.	Tipo di studio	Obiettivi	Risultati
Alenton Geli E 2015	Revisione letteratura	Analizzare i fattori di rischio per infortuni al LCA	FATTORI DI RISCHIO Estrinseci: terreno di gioco e calzature ++ Intrinseci: ➤ BMI pareri contrastanti ➤ Lassità articolare, soprattutto in antero posteriore ++, è maggiore nelle donne ➤ Tronco e pelvi ++, l'antiversione del bacino ➤ L'angolo Q → scarse evidenze ➤ Una gola intercondiloidea più piccola e stretta e la differenza in forza e lunghezza del LCA tra maschi e femmine è un fattore di rischio +++ ➤ Un'inclinazione maggiore del piatto tibiale posteriormente che porta a creare un'intrarotazione di tibia ++ ➤ Fattori ormonali dovuti al ciclo mestruale + ➤ Problematiche di forza, reclutamento e fatica muscolare del quadricipite ma soprattutto, degli ischio crurali sono fattori di rischio importanti +++ ➤ L'angolo di flessione di ginocchio e anca durante task sportive in associazione a valgismo dinamico del ginocchio sono tra i fattori di rischio principali +++ ➤ Un'incremento di rotazione interna d'anca ed esterna di tibia con o senza il piede in pronazione ➤ La CAVIGLIA: è la componente chiave di tutti i movimenti in catena cinetica chiusa. I suoi movimenti sul piano sagittale influenzano fortemente l'articolazione del ginocchio dove una limitazione in dorsiflessione porta a una diminuzione di movimento in flessione di ginocchio ma anche di anca e ad un compenso sul piano frontale. Questo porterebbe ad assorbire meno lo shock dell'atterraggio e a scaricarlo attraverso un movimento accentuato di valgismo del ginocchio. Proprio per questa serie di motivi, una limitazione in dorsiflessione di caviglia è un fattore di rischio importante per infortuni all'LCA ++ ➤ Self and Pain 163 hanno dimostrato come un atterraggio con il piede maggiormente plantiflesso porti a un miglior assorbimento dell'impatto e a una minor forza di reazione del suolo.

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
Rabin A, Z.Kozol 2014	Cross selectional	Verificare un'associazione tra ROM in dorsiflessione di caviglia e qualità del movimento dell'arto inferiore durante una discesa laterale da un gradino	55 maschi sani Età 19.7+/- 1.1 Altezza 175.4cm +/- 6.4 Peso 72.0 +/- 7.6 kg	Discesa laterale da un gradino di 15 cm con l'arto dominante. Sono state eseguite 5 prove consecutive e la qualità del movimento è stata analizzata attraverso una scala da 0 a 6 punti riguardanti l'allineamento del tronco, della pelvi e del ginocchio con 2 punti per ogni sezione. Dorsiflessione passiva misurata con goniometro sia in scarico a ginocchio flesso a 90° sia in carico a ginocchio flesso.	Divisione in gruppi: Buon Movimento (0 a 1 punto) → 33 soggetti. Moderato Movimento (da 2 a 3 punti) → 20 soggetti Scarso Movimento (da 4 a 6 punti) → 2 soggetti, gruppo, però, escluso da analisi statistica perché esiguo	La dorsiflessione sia in scarico che in carico sono risultate limitate nel gruppo con un movimento qualitativamente moderato. p = 0.01 p = 0.02

Riferimento bibliografico	Tipo di studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
David R.Bell 2013	RCT	Determinare l'efficacia di un programma di esercizi sul controllo del valgismo dinamico durante uno squat bipodalico e sul miglioramento di forza e funzionalità dell'intero arto	85 volontari maschi Richiesti 5 squat bipodalici. Inclusi nello studio soggetti tra i 18-35 anni che presentavano valgismo dinamico su 3 di 5 squat (punto medio della rotula sorpassava la superficie mediale dell'alluce). 32 soggetti selezionati 16 sottoposti a trattamento e 16 di controllo	10 sessioni di esercizi da 30 minuti 3 volte alla settimana. 5 esercizi per la muscolatura dell'anca e 5 per la caviglia. Es° svolti in una sequenza precisa: Es° di reclutamento muscolare, es° di allungamento, es° di rinforzo, es° di controllo motorio	Spostamento mediale di ginocchio tramite markers e analisi 3D video. Rom in dorsiflessione di caviglia a ginocchio flesso e ginocchio esteso. Forza isometrica di abduttori d'anca, estensori d'anca e flessori di ginocchio.	Nessuna differenza di età, altezza e peso tra i due gruppi. Riduzione del valgismo dinamico nel gruppo di intervento fino a 4 cm p=0,001 Aumento della dorsiflessione a ginocchio esteso nel gruppo di intervento p=0.009 mentre nessuna evidenza per la dorsiflessione a ginocchio flesso p =0.64 Nessun cambiamento significativo della forza dei muscoli dell'anca: abduttori d'anca p=0.14 estensori d'anca p=0.20 flessori di ginocchio p=0.31.

Rif.	studio	Obiettivi	Soggetti	Intervento	Outcome	Risultati
David R.Bell 2008	Case control	Determinare differenze in Forza e ROM tra soggetti che presentano un valgismo dinamico del ginocchio durante uno squat bipodalico, ma correggibile con un rialzo sotto il tallone e soggetti normali	75 participant i analizzati ed inclusi 37: 19 gruppo di controllo (4M – 15F) 18 con (3M – 15F)	Richiesti 5 squat bipodalici e filmati con videotape per valutarne la qualità del movimento. Valgismo dinamico definito positivo con 3 di 5 squat (punto medio della rotula sorpassava la superficie mediale dell'alluce). Valutata forza muscolare isometrica tramite dinamometro. ROM misurato tramite goniometro: Dorsiflessione caviglia da supino sia a ginocchio	ROM: Abduzione d'anca. Rotazione esterna d'anca. Dorsiflessione di caviglia a ginocchio esteso Dorsiflessione a ginocchio flesso. FORZA: Abduttori d'anca. Estensori d'anca Adduttori d'anca Rotatori interni d'anca. Rotatori esterni d'anca Flessori dorsali di caviglia Plantiflessori di caviglia FORZA: gruppo valgismo a sorpresa presenta una maggior forza di estensori d'anca e rotatori esterni p=0.01 e p=0.03. inoltre, presenta una riduzione della forza dei plantiflessori di	Nessuna differenza di età, altezza e peso tra i due gruppi. Il gruppo con valgismo mostra una maggior rotazione esterna d'anca p =0.008 e una minor dorsiflessione di caviglia a ginocchio flesso p=0.05. Gli altri due parametri del ROM non sono risultati significativi: abduzione d'anca p=0.21 dorsiflessione a ginocchio esteso p=0.23.

				esteso sia flesso a 30°. Abduzione d'anca da supino a ginocchio esteso Rotazione esterna d'anca da supino con anca e ginocchio flessi a 90°	caviglia p=0.007. non ci sono differenze, invece, riguardo gli abduttori e i rotatori interni d'anca e i dorsiflessori di caviglia (p=0.21 – p=0.88 – p=0.50).	
--	--	--	--	--	---	--

DISCUSSIONE

Lo scopo di questa revisione è quello di indagare se in letteratura emerge una correlazione tra una limitazione in dorsiflessione di caviglia ed infortuni al LCA.

Ovviamente il rischio di lesione dell'LCA è multifattoriale, pertanto è importante considerare le diverse componenti che possono aiutarci nella prevenzione.

Bisogna tener conto che circa il 70% delle lesioni di questo legamento avvengono attraverso traumi da non contatto per cui è importante, a livello preventivo, considerare tutti i possibili fattori predisponenti.^{1, 2, 6, 8, 12, 21, 22}

Più del 25% dei soggetti con un infortunio al LCA non ritorna al livello di attività precedente nonostante il successo dell'intervento chirurgico e della riabilitazione.²¹

Dopo 7 anni dall'infortunio circa il 65% dei soggetti non gioca più a calcio e nonostante il trattamento il 31% mostra una moderata disabilità nel cammino.²²

È necessario perciò prevenire questo tipo di infortunio ma prima bisogna capire pienamente quali siano i fattori di rischio e le misure valutative da utilizzare.

Alcuni fattori non sono modificabili come il sesso o i cambiamenti ormonali ma per quanto riguarda la biomeccanica dell'arto inferiore si può lavorare molto.

Sono molteplici le cause che portano a lesioni da non contatto al ginocchio, tra cui, fattori estrinseci come il terreno di gioco o le calzature ma, soprattutto, fattori intrinseci.

Tra questi, ovviamente, sono presenti problematiche anatomiche come una gola intercondiloidea piccola e stretta, una lassità articolare, un'inclinazione maggiore del piatto tibiale posteriormente, fattori ormonali dovuti al ciclo mestruale nelle donne.

Ma i fattori più significativi sono quelli legati ad alterazioni dinamiche dell'allineamento che si esplicano principalmente durante task motorie o sportive.

Per esempio, un minor angolo di flessione di ginocchio in associazione a valgismo dinamico, oppure un incremento di rotazione interna d'anca ed esterna di tibia con o senza il piede in pronazione.¹²

Diversi studi come quelli di Hewett del 2005⁹ o di Padua et al⁴ del 2015 mostrano come le atlete, che hanno subito un infortunio dell'LCA da non contatto durante l'anno, presentavano, nello screening pre-stagione, un maggior valgismo dinamico e una minor flessione di ginocchio durante l'atterraggio da un salto.

Avevano, inoltre un momento abduzionale di ginocchio 2,5 volte maggiore rispetto al gruppo di controllo e un 20% in più di forza di reazione del suolo.⁹

Anche la caviglia, però, è una componente chiave di tutti i movimenti in catena cinetica chiusa dell'arto inferiore .

I suoi movimenti sul piano sagittale, infatti, influenzano fortemente l'articolazione del ginocchio dove una limitazione in dorsiflessione porta a una diminuzione del suo movimento in flessione e ad un compenso sul piano frontale.

Questo porterebbe ad assorbire meno lo shock dell'atterraggio e a scaricarlo attraverso un movimento accentuato di valgismo del ginocchio.

Proprio per questa serie di motivi, una limitazione in dorsiflessione di caviglia è un fattore di rischio importante per infortuni all'LCA.

La limitazione in dorsiflessione di caviglia porterebbe, appunto, ad incrementare quelli che sono risultati essere i fattori di rischio principali per lesioni da non contatto del LCA: valgismo dinamico maggiore, una maggior rotazione interna dell'arto inferiore ed una minor flessione di ginocchio durante l'atterraggio da un salto.

Lo studio di Carlotta et al² nel 2014 risulta essere molto importante per il nostro quesito clinico.

Sono stati analizzate, infatti, le differenze nel grado di dorsiflessione di caviglia tra soggetti sani e soggetti che avevano subito un infortunio al LCA.

Il grado di dorsiflessione di caviglia era statisticamente minore nei soggetti con un infortunio di LCA rispetto a soggetti sani, ma non era presente una diversità tra l'arto infortunato e quello sano, dimostrando che la limitazione non era dovuta all'infortunio in questione o a precedenti traumi.

Non era inoltre presente una diversità di dorsiflessione tra uomini e donne infortunate.

Una maggior libertà di movimento della caviglia, infatti, è associata statisticamente ad una maggior flessione di ginocchio, una maggior flessione d'anca e minori forze di reazione del suolo durante l'atterraggio da un salto. ³

Risultano essere, perciò, delle componenti fondamentali per scaricare ed assorbire il carico durante l'atterraggio, così come si dimostra nello studio di Self and Pain ³⁰ dove un atterraggio con il piede maggiormente plantiflesso e quindi maggiormente libero di muoversi, porta a un miglior assorbimento dell'impatto e a una minor forza di reazione del suolo.

Per attenuare le forze di atterraggio l'arto inferiore deve dissiparle con un ampio movimento articolare sul piano sagittale e si è visto come i flessori plantari di caviglia, in particolar modo, il gastrocnemio giochino un ruolo fondamentale nell'assorbire e scaricare queste forze di atterraggio. ¹¹

Nello studio di Bell et al del 2008 ¹⁵, infatti, il gruppo con valgismo mostrava una minor forza dei plantiflessori dimostrando che il gastrocnemio svolge un ruolo centrale nella stabilizzazione dinamica del ginocchio e nella prevenzione del valgismo del ginocchio.

Il ginocchio, durante l'atterraggio da un salto, da un contatto iniziale di circa $11.1^{\circ} \pm 6.6^{\circ}$ arriva ad $80.2^{\circ} \pm 13.2^{\circ}$ e ciò è possibile grazie ad un'elasticità sufficiente del gastrocnemio che garantisce un'escursione ottimale della caviglia in dorsiflessione. ³

Immediatamente dopo il contatto con il suolo il ginocchio è spinto in flessione da una forza di reazione del suolo verticale e posteriore e dall'accelerazione inferiore del centro di massa corporeo. Queste forze di atterraggio possono superare di 10 volte il peso corporeo ed essere fattori importanti per determinare un infortunio dell'LCA. ³

Un'eccessiva attività del quadricipite è, anch'essa, un fattore di rischio per infortuni del LCA in quanto produce forze di carico maggiori sul legamento.

Atterrando con una postura meno eretta, quindi più flessa, diminuisce l'attività del quadricipite favorendo un braccio di leva maggiore ai muscoli dell'arto inferiore che possono assorbire meglio le forze dovute all'impatto col suolo. ¹²

Di conseguenza è fondamentale la libertà di movimento della caviglia per garantire una maggior flessibilità di ginocchio e anca e una minor attività del quadricipite con delle forze minori a carico delle articolazioni.

Il decremento della flessione di ginocchio, invece, influenza il carico sul LCA poiché produce un maggior angolo di inclinazione tra il piatto tibiale e il tendine rotuleo che produce un momento di forza anteriore della tibia maggiore durante la contrazione del quadricipite ²³.

Inoltre, l'abilità degli ischiocrurali di contrastare questo scivolamento e diminuire il carico sul LCA è inferiore se il ginocchio rimane più esteso.

Karli and Dill ⁵ in uno studio del 2014 cercano di misurare le differenze nella cinematica del ginocchio in soggetti con limitazione in dorsiflessione e soggetti senza limitazione durante attività funzionali come Over Head Squat, Single Leg Squat e Jump Landing.

Il gruppo normale, senza limitazione di ROM di caviglia, mostrava un grado maggiore di flessione di ginocchio durante l'OHS, il SLS e durante quest'ultimo mostrava, inoltre, un maggior varismo.

I soggetti, invece, che presentavano un movimento di valgismo durante OHS avevano circa il 20% in meno di dorsiflessione di caviglia rispetto a soggetti normali.

Il ROM in dorsiflessione può, quindi, contribuire a cambiamenti sia sul piano sagittale che frontale del ginocchio durante movimenti dinamici come JL o OHS

In soggetti con alterazioni del pattern di movimento dell'arto inferiore oltre a una limitazione in dorsiflessione, però, si possono trovare alterazioni neuromuscolari che possono spiegare i risultati spesso contrastanti di vari studi che si concentrano solo sul ruolo della caviglia.²⁸

Anche Sigward et al⁸ nel 2008 hanno scoperto che il ROM di rotazione esterna d'anca e la dorsiflessione di caviglia sono responsabili del 27% del valgismo del ginocchio confermando il fatto che il ginocchio subisce le influenze sia prossimalmente che distalmente.

Il fattore principale resta, comunque, l'anca che influenza il 16% della variazione del ginocchio sul piano frontale.

Questo indica, come già ipotizzato che una restrizione di questi due movimenti porti il soggetto a compensare ruotando internamente l'arto e incrementando il movimento sul piano frontale.

Una limitazione di movimento sul piano sagittale della caviglia porta il soggetto a compensare frontalmente pronando il piede e aumentando il valgismo di ginocchio, mentre una limitazione dell'extrarotazione dell'anca porta il soggetto a compiere le richieste funzionali partendo da una posizione più intra ruotata²⁸

È importante notare, però, che solo il 27% della variazione in valgismo è spiegato da anca e caviglia mentre non si sa la rilevanza dell'azione muscolare e dei pattern motori dei flessori plantari di caviglia e degli estensori di ginocchio.

Certamente le informazioni raccolte sono utili da inserire in uno screening preventivo che si concentri anche su questi fattori, ROM di caviglia e anca, che possono portare a sviluppare strategie di movimento erranee e potenzialmente rischiose per lo sviluppo di problematiche od infortuni.

Misurazioni dinamiche come over head squat, il single leg squat e l'atterraggio da un salto possono essere usate per valutare l'errore nel pattern di movimento dell'arto inferiore identificando individui potenzialmente a rischio di infortunio.

I pattern disfunzionali di movimento sono multiplanari e comprendono: un eccessivo spostamento del ginocchio sul piano frontale (valgismo) un'eccessiva rotazione interna (piano trasverso) e una diminuita flessione del ginocchio (piano sagittale).

Nonostante si è visto come una restrizione in dorsiflessione di caviglia influenzi la cinematica del ginocchio durante l'atterraggio da un salto, deve, però, essere considerato che gli atleti adottano delle strategie diverse durante l'atterraggio, chi con un contatto iniziale in maggior dorsiflessione che restringe il movimento successivo, mentre altri soggetti atterrano in posizione neutra o addirittura plantiflessa sfruttando tutto l'arco di movimento verso la dorsiflessione.

Queste diverse strategie possono influenzare la biomeccanica dell'atterraggio indipendentemente dal grado passivo di articolarietà del soggetto.

Questo aspetto va tenuto in considerazione in ottica di un trattamento preventivo in cui non bisogna concentrarsi solo sulla limitazione funzionale del movimento ma anche sulla correzione di un gesto atletico che può essere sbagliato o potenzialmente dannoso.

CONCLUSIONI

In seguito all'analisi degli articoli selezionati è possibile affermare che una limitazione in dorsiflessione di caviglia sia un fattore di rischio da non dover trascurare per prevenire le lesioni del LCA.

Nei vari studi analizzati una limitazione in dorsiflessione di caviglia porta a dei compensi sul piano frontale del ginocchio ossia un aumento del valgismo dinamico ed una maggior rotazione interna di tutto l'arto inferiore.

Inoltre, durante l'atterraggio da un salto, i soggetti con limitazione in dorsiflessione riescono a dissipare meno le forze di reazione del suolo attraverso la flessione del ginocchio, aumentando, così, i carichi sull'articolazione.

Questi dati forniscono le basi per attuare dei programmi di screening e di prevenzione che devono tener conto del ruolo della caviglia nella cinematica di tutto l'arto inferiore.

Attualmente in letteratura sono molti gli studi che si concentrano sul ruolo dell'anca e dei suoi muscoli intrinseci sul controllo dell'allineamento dell'arto inferiore, mentre, studi che si concentrano sul ruolo della caviglia sono ancora pochi.

Inoltre, sono pochi gli studi che analizzano direttamente la correlazione tra limitazione in dorsiflessione di caviglia e lesioni del LCA.

Questo studio però ha potuto constatare come la caviglia possa incrementare alcuni fattori di rischio importanti nelle lesioni del LCA come il valgismo dinamico e la riduzione di flessione di ginocchio durante l'atterraggio da un salto.

Sarebbe interessante sviluppare, in futuro, degli studi per verificare se un programma preventivo sulla mobilità della caviglia e sulla lunghezza muscolare dei plantiflessori porti realmente a una riduzione di questo tipo di infortuni.

BIBLIOGRAFIA

1. Predictor factors for lower extremity malalignment and non-contact anterior cruciate ligament injuries in male athletes.

Amraee D, Alizadeh MH, Minoonejhad H., Razi M, 2014

2. Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion.

Wahlstedt C, Eva Rasmussen-Barr . 2014

3. Ankle-Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics

Chun-Man Fong, LAT, ATC,* J. Troy Blackburn 2011

4. The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury–Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes

Darin A. Padua, PhD, ATC,* Lindsay J. 2015

5. Altered Knee and Ankle Kinematics During Squatting in Those With Limited Weight-Bearing–Lunge Ankle-Dorsiflexion Range of Motion

Karli E. Dill, MA, ATC,* Rebecca L. Begalle, 2014

6. Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat.

Macrum E1, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. 2012

7. The effect of an inclined landing surface on biomechanical variables during a jumping task

Marshall Hagins, PhD, PT,1 Evangelos Pappas, PhD 2007

8. Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players.

Sigward SM1, Ota S, Powers CM. 2008

- 9.** Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes A Prospective Study

Timothy E. Hewett, PhD, Gregory D. Myer, MS 2005

- 10.** The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes

Philip Malloy, a.Morgan, C. 2014

- 11.** The association between loss of ankle dorsiflexion range of movement, and hip adduction and internal rotation during a step down test

T.Bell-jenje, B.Olivier, 2015

- 12.** Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors.

Alentorn-Geli E, Myer GD, 2015

- 13.** SSSAnkle dorsiflexione among healthy men with different qualities of lower extremity movement.

Rabin A, Kozol Z, Spitzer E, Finestone A. 2014

- 14.** Two- and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting.

Bell DR, Padua DA, 2013

- 15.** Muscle Strength and Flexibility Characteristics of People Displaying Excessive Medial Knee Displacement

David R. Bell, MEd, ATC, Darin A. Padua, 2008

Altri articoli citati:

- 16.** Hewett TEA, Stroupe AL, Nance Plyometric training in female athletes

- 17.** Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction:
a cadaveric dissection and radiographic study

Colombet P, Robinson J, Christel P 2006

- 18.** Anterior cruciate ligament reconstruction and the long-term incidence of
gonarthrosis

Gillquist J, Messner K 1999

- 19.** Neuromuscular characteristics of individuals displaying excessive medial knee
displacement

Padua DA, Bell DR, Clark MA

- 20.** Foot placement modifies kinematics during a controlled drop landing

Blackburn J.T, Padua D. 2008

- 21.** Anterior cruciate ligament injuries in the prepubescent and adolescent athlete:
clinical and research considerations

Wojtys EM, Browe AM 2010

- 22.** Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries

Griffin LY, Albohm MJ 2006

- 23.** The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics
and in-situ forces in the ACL

Li G Rudy, Sakane M, 1999

- 24.** Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without
patellofemoral pain syndrome.

Piva SR, Goodnite EA, 2005

- 25.** The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint
dysfunction

Powers CM 2003

26. Gait dynamics on an inclined walkway

McIntosh A, Beatty K, 2006

27. Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat

Claiborne TL, Armstrong CW 2006

28. Prevention of noncontact ACL injuries

Griffin LY, 2001

29. Influence of hip muscle strength, flexibility of hip and ankle musculature and hip muscle activation on dynamic knee valgus motion during a double legged squat.

Vesci BJ, Padua DA, 2007

30. Ankle biomechanics during four landings techniques

Self BP, Paine D, 2001