

R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

# Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of  
Sports Rehabilitation and Posturology

499

## Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni da non contatto del legamento crociato anteriore .

**Autori : Rosario D'Onofrio<sup>1</sup>, Pasquale Tamburrino<sup>2</sup> Vincenzo Manzi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Rehab & Posturologist Fitness Coach - Rehab Conditioning Specialist and Athletic Trainers in Rehabilitation

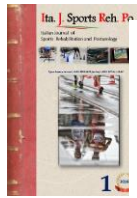
<sup>2</sup> Ortopedico e Medico dello Sport, Libera Associazione Medici del Calcio

<sup>3</sup> Training -Load Analyst, Preparatore Atletico, AC Milan

### Abstract

*Questo articolo vuole riassumere lo stato attuale delle conoscenze in materia di prevenzione di lesioni del legamento crociato anteriore (LCA) attraverso una attenta analisi dei cambi di direzione. Nel calcio si susseguono in maniera schematica ma non sistematica sia nella fase difensiva che offensiva, situazioni gestuali, diversificate, di alto livello coordinativo che sottopongono l'arto inferiore e in particolar modo il ginocchio a stress diversificati a carico delle articolazione femoro rotulea (forze compressive) femoro tibiali (in termini di anterior shear force, forze di compressive).<sup>1,5</sup> L'entità di questi stress sono ricollegabili al livello di attività muscolare, all'integrità dell'ambiente articolare, a fattori predisponenti, posturali o legati soprattutto alla gestione del recupero post - infortunio.<sup>1,5,35,36</sup> Possiamo evidenziare che la co-contrazione degli ischio crurali, del quadricipite e del gastrocnemio rappresentano il fulcro dell'attività muscolare ricollegabili all'espressività gestuali calcistiche semplici e complesse. La co-contrazione quadricipite - Ischio crurali esprime, biomeccanicamente, un ruolo di massima protezione e stabilità a carico del ginocchio<sup>40</sup> durante le diversificate situazioni tecnico/tattiche che ne influenzano l'esecuzione e l'intensità<sup>1,3</sup>. Così il calciatore effettua, durante la gara/allenamento azioni dinamiche di forza i cui i tempi attivazione e di intervallo non stereotipati, richiedono una capacità neurofisiologica di modulare e gestire le varie espressioni di forza e i di disequilibrio, in un sostanziale gioco di un perfetto bilanciamento tra biomeccanica articolare, attività muscolare e controllo neuromuscolare.<sup>37</sup> Nella fotografia di una partita, la corsa, rettilinea unidirezionale e presente in minima parte rispetto alla lateralità, torsionalità dei movimenti, eseguiti che a velocità differenziate richiedono un maggior controllo neuromuscolare e dal punto di vista biomeccanico creano, a causa dei movimenti in varo-valgo, combinati rotazione interna/esterna sull'articolazione del ginocchio, "movimenti" ad alto rischio di lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore.*

**Key words :** ACL injury , soccer injury , sidestep cutting technique and ACL ,, cutting manoeuvre and acl , sidestep cutting AND ACL , dynamic Valgus Knee, Change of direction and ACL



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

500

## Introduzione

La maggior parte degli sport di squadra esprimono, nella loro gestualità tecnico-atletica, una ripetitività di movimenti rotazionali e di lateralità che sfociano con asimmetrie significative di forza, flessibilità e mobilità articolare, localizzate, maggiormente, nel distretto cingolo pelvico/arto inferiore<sup>12</sup>

In questo contesto, l'articolazione del ginocchio, da sempre, è al centro dell'interesse scientifico di molti clinici con una numerosa attività di studi e ricerche soprattutto sulle lesioni del legamento crociato anteriore, con circa 8913 articoli/citazioni presenti sul motore di ricerca PubMed con 6,147 articoli full text posizionati su PubMed Central. Questo importante movimento scientifico ne delinea l'incidenza delle lesioni, il meccanismo, le tecniche ricostruttive chirurgiche, la riabilitazione e la prevenzione.

L'incidenza delle lesioni del Lca nello sport rimane comunque alta. La maggior parte di queste coinvolgono le atlete.

Per alta incidenza delle lesioni LCA, in primis nel sesso femminile in sport come pallamano, basket, calcio nasce la necessità di riflessioni, ed approfondimenti, sui lavori presenti nel mondo scientifico. Queste dovrebbero essere orientate: a) sull'analisi delle evidenze scientifiche presenti nella letteratura dell'ultimo decennio b) sulla valutazione critica della qualità degli studi dei meccanismi lesivi c) sulla ricerca degli elementi chiave dei programmi di prevenzione e riabilitazione; d) sulla gestione clinica e chirurgica e) sulla identificazione delle aree per ulteriori ricerche ed approfondimenti.

Sulla base di questa riflessione che abbiamo voluto sfogliare la letteratura sulle lesioni del legamento crociato anteriore, in particolar modo nel calcio analizzando uno dei meccanismi lesivi, da non contatto, di frequente riscontro ricollegabili ai cambi di direzione.

## Strategia della ricerca e criteri di selezione

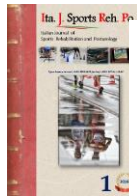
Ai fini di questa revisione della letteratura, sono state consultate riviste indicizzate peer-reviewed e non. La scelta degli articoli è stata effettuata tenendo conto degli obiettivi della revisione atta a fornire una comprensione delle informazioni ottenute dalla scansione letteratura corrente.

Gli studi sono stati identificati ricercandoli su PubMed/MEDLINE databases utilizzando il vocabolario MeSH di Medline.

Sono stati utilizzati i seguenti termini di ricerca: "ACL injury", "Cutting Manoeuvre and ACL", "Sidestep Cutting technique and ACL", "dynamic Valgus Knee", "change of direction and ACL injury".

L'algoritmo di ricerca è stato, prima intenzionalmente generalizzato per massimizzare la scansione e gli obiettivi. La ricerca bibliografica è stata indirizzata, anche, verso la Letteratura Grigia. Infatti sono state incluse pubblicazioni e relazioni personali, atti da convegni di interesse specifico.

Le bibliografie degli studi inclusi sono state esaminate per identificare ulteriori pubblicazioni. Senza limiti di data, range 1979 – 2015 sono state esaminate tutte le pubblicazioni su Cutting manoeuvre and ACL, sidestep cutting e change of direction and ACL.



## Cambi di direzione, cutting manoeuvre nel calcio e rilevanza clinica

Una lesione del Legamento Crociato Anteriore, (LCA) nei calciatori, si verifica, nella maggior parte dei casi, durante allenamenti/gare in situazioni gestuali identificabili da non contatto con il ginocchio che va, sostanzialmente, in valgo, flessione rotazione esterna e con il piede che, spesso, non accompagna il movimento gestuale rimanendo bloccato nel terreno di gioco.

Le atlete esprimono lo stesso meccanismo traumatico dei colleghi maschi, ma manifestano maggiori angoli adattativi di valgismo, nettamente maggiori<sup>7,12,29</sup> nella fase di atterraggio, dopo un salto. Tale valgismo dinamico adattativo, si associa con angoli, del ginocchio, vicini alla sua completa estensione ( $0^\circ - 20-30^\circ$ ), elevando, così, in maniera significativa i fattori di rischio di lesioni del legamento crociato anteriore.<sup>12</sup>

Similmente, movimenti in valgo associati ad una contrazione del quadricipite sviluppano una "Anterior Shear Force" significativamente maggiore con un incremento dello stress tra il 30 e il 40% sul LCA rispetto ad un singolo movimento di valgo senza contrazione del quadricipite<sup>12</sup>. Possiamo ulteriormente evidenziare come la letteratura correli tra loro il valgo dinamico, adattativo del ginocchio, cutting manoeuvre, la stabilizzazione della Core e attività muscolare glutea<sup>12</sup>.

D'Onofrio R.<sup>12</sup> (2015) afferma come l'ammontare del valgismo del ginocchio, osservato durante un movimento gestuale specifico (figura.1) suggerisce, spesso, un'inabilità del gruppo quadricipite/flessori, o meglio delle linee di difesa anatomiche attive (in particolare dei muscoli sartorio, semitendinoso, gracile,) a controllare ed opporsi al movimento in valgo nella fase di atterraggio dopo un salto o durante una manovra classica di cutting.<sup>12</sup>



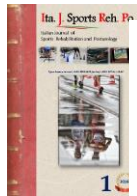
**Figura 1 : Slide Valgo Test – Analisi del Valgo adattativo dinamico durante gestualità specifiche.** (R. D'Onofrio - Relazione Personale "Pathokinematica Gestuale nel Calciatore" Congresso LAMICA "La gestione delle lesioni muscolari nel calciatore". Museo del Calcio Settore tecnico FIGC – Coverciano Firenze 22,23 Maggio 2014)

Studi osservazionali indicano che la maggior parte delle lesioni del Legamento crociato anteriore nel calcio si verificano in "situazioni" da non contatto come cambi di direzione ovvero :

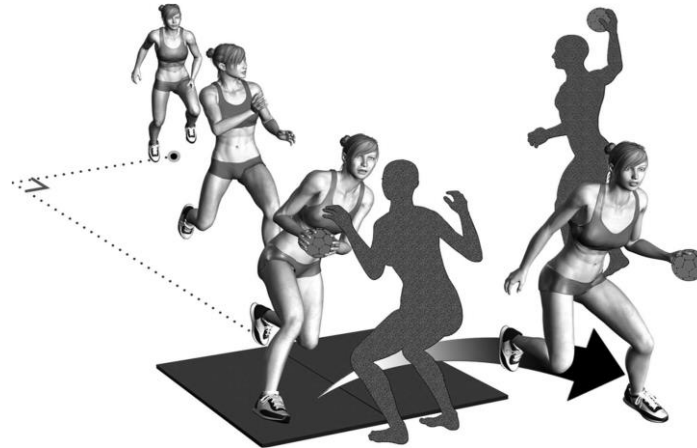
- le lesioni si verificano durante cutting, jumping, single-leg e landing manoeuvres<sup>6,12</sup>

La "cutting manoeuvre" è un movimento tipico della gestualità specifica di sports come il Calcio, Basket, pallamano, (figura 1) la cui rappresentazione sul campo è rappresentata, schematicamente, da cambi di direzione con e senza palla.

Nei cambi di direzione, la contrazione eccentrica, del quadricipite, che precede la fase concentrica del movimento da luogo ad un incremento della "anterior shear force" della tibia da un range progressivo che va da  $45^\circ$  fino a  $0^\circ$  ovvero fino alla piena estensione.<sup>1,2,4,5</sup>



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi  
Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55



**Figura 1:** Cambi di direzione nella Pallamano (Da Kristianslund E, et al. Br J Sports Med 2012;0:1–6. doi:10.1136/bjsports-2012-091370 )

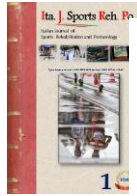
Nella espressività gestuale calcistica, della *cutting manoeuvre* si verifica una inclinazione del tronco in avanti durante il primo 50% della stance phase<sup>4</sup> e successivamente inclinato dalla parte opposta durante il primo 40% della stance phase<sup>4</sup> con ginocchio, che con l'anca sono in leggera flessione, che posiziona in due momenti di relativa stabilità :

- valgo + rotazione esterna tibiale (figura 2) e varo + rotazione interna tibiale<sup>1,2,4,5,12,24</sup>

Questi momenti, in traumatologia dello sport, rappresentano dei veri meccanismi eziopatogenetici, che elevano notevolmente i fattori di rischio a carico delle componenti capsulo-legamentose dell'articolazione ginocchio.<sup>1</sup>



**Figura 2** - Valgo adattativo dinamico dopo un Valgo Jump test (da R. D'Onofrio Relazione Personale "Gestualità ,postura ed impatto clinico" Congresso Nazionale "Il Calciatore nel Pallone: l'infortunio nel calcio". Brescia 7 giugno 2014)



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

503

Così si afferma<sup>1,2,24</sup> che le lesioni del legamento crociato anteriore, da non contatto, sono assolutamente in percentuale, le situazioni lesive, più frequentemente riscontrabili nella pratica sportiva.

Questi, meccanismi lesivi, sono classificabili in ordine di frequenza :

- a. *Decelerazione improvvisa, prima di un cambio di direzione, finta e dribbling in corsa*
- b. *dopo un salto nella fase di ricaduta monopodalica dopo un salto*

mentre le situazioni di gioco da contatto/contrasto consistono se vogliamo parlare in termini tecnici nella situazione classica definita "tackle" :

- a) *laterale,*
- b) *frontale*
- c) *scivolato*

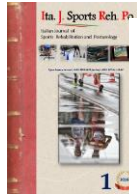
Per Cross MJ<sup>2</sup> nel corso di una manovra di "sidestep cutting" i maggiori valori riferiti alla rotazione tibiale interna avvengono durante la fase di oscillazione, Swing Phases, (Figura 3) in contemporanea ad un incremento del range articolare flessorio del ginocchio.



**Figura 3** - Swing Phase during soccer running

Se il legamento crociato anteriore, - afferma Cross - si lesiona durante un cambio di direzione ("sidestep cutting manoeuvre") l'eziopatogenesi tra le altre possibili è ricollegabile ad un decremento dell'attività neuromuscolare, o meglio alla perdita da parte dell'atleta di controllare la rotazione tibiale interna del ginocchio.<sup>1</sup>

E' stato notato<sup>1,12</sup> che il decremento del controllo propriocettivo delle componenti rotazionali tibiali rappresenta una costante in calciatori con infortuni pregressi in particolar modo in atleti operati di legamento crociato anteriore.<sup>37</sup>



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

La letteratura<sup>3,37</sup> afferma come il side stepping (dribbling con un passo laterale) rimane ad ogni modo, lo schema gestuale che più contribuisce ad elevare un carico eccessivo sul legamento crociato anteriore.

Uno studio effettuato da David G. Lloyd<sup>3</sup> ha studiato situazioni gestuali, tecniche/atletiche riscontrabili nella pratica calcistica :

1. *corsa unidirezionale*
2. *sidestep cutting effettuata a 30° e 60° della linea di corsa*
3. *crosswer cutting effettuata a 30° della linea di corsa*

In ogni modo, l'overstress negativo sul LCA, - con l'arto inferiore che assume una posizione in valgo rotazione esterna /varo rotazione interna – è diversificato, e può raggiungere anche un carico doppio rispetto alla semplice corsa unidirezionale rettilinea<sup>1,12</sup>

Durante la manovra di cutting il picco di "push off," (di spinta, di uscita) era minore in un l'angolo di flessione del ginocchio intorno ad un range di 30°, rispetto alla posizione di ginocchio flesso a 45°. <sup>1</sup> Possiamo sostenere come gli atleti, effettuano la manovra di cutting in direzione in-out a velocità diversificate, ed "cutting angles" differenti in relazione anche alla "propria" abilità tecnica. e posturali <sup>1,2,12,24</sup>

Beiser TF e Lloyd DG<sup>4</sup> affermano che l'entità del picco di "push off", può essere un punto critico per le lesioni isolate del legamento crociato anteriore durante tutte le fasi del gioco che richiedono dei cambi di direzione.

Viene evidenziato che una associazione di forza traslatoria anteriore tibiale e una rotazione interna, non fisiologica, da luogo ad un carico elevatissimo sul LCA soprattutto, ad angoli vicini alla estensione completa del ginocchio.<sup>4,5,37,38</sup>

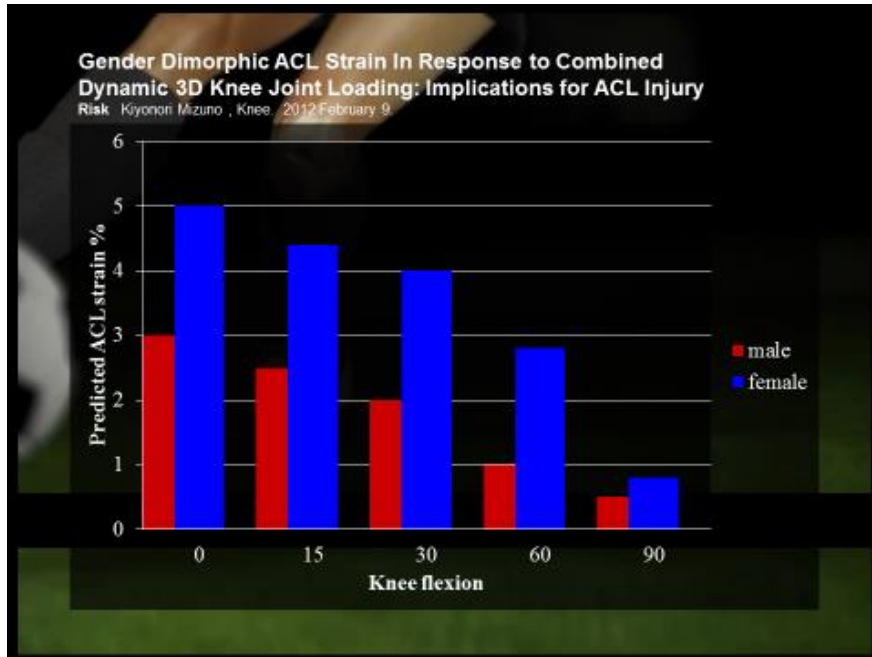
Un lavoro di Mizuno K<sup>20</sup> ha evidenziato come, una forza in valgo di 10 Nm applicata sul femore associata ad una rotazione interna, applicata sulla tibia, sempre di 10 Nm ad angoli di flessione del ginocchio statico di 0°, 15°, 30°, 60° e 90° determina con l'incremento della flessione del ginocchio - un decremento dello stiramento del LCA maggiormente riscontrabile negli uomini che nelle donne.<sup>20</sup> (figura 4)

La letteratura<sup>5,24,38</sup> sostiene che la stabilizzazione del ginocchio si ricerca attraverso :

- 1) *una co-contrazione agonisti - antagonisti*
- 2) *una reciproca attivazione di agonisti ed antagonisti*

La contrazione contemporanea degli ischio crurali e quadricipite, ha una azione biomeccanicamente stabilizzante, relativamente alla articolazione del ginocchio, anche durante dei movimenti definiti patologicamente attivi come : varo - valgo rotazione interna/esterna, che compongono schemi gestuali che si ripetono con continuità durante le situazioni di gioco <sup>1,5,24</sup> In queste situazioni una co-contrazione quadricipite /ischio crurali crea un momento di massima stabilità e protezione a carico dell'articolazione del ginocchio <sup>5</sup>

In uno studio di Scott<sup>24</sup> si è cercato di caratterizzare qualitativamente l'attivazione del quadricipite e dei muscoli flessori del ginocchio, durante le manovre sidestep cutting, cross-cutting, stopping, and landing



**Figura 4** – Stiramento del LCA a diversi angoli di flessione in relazione ad una forza applicata in valgo di 10 Nm combinata sempre con una rotazione interna sempre con una forza applicata di 10 Nm

Le quattro manovre sportive, che sono sicuramente riscontrabili nella quotidianità della pratica calcistica, studiate dagli autori furono:

a) Sidestep Cutting

I soggetti effettuarono 8-metri di corsa a tre-quarti della velocità. Questi furono istruiti per fermarsi sull'arto da testare (effettuare un brusco arresto) ed effettuare il cambio direzione con il lato opposto controlaterale ad un angolo di approssimativamente 45°, con l'altro l'arto che effettua il primo passo nella nuova direzione di corsa..

b) Cross-Cutting

Gli atleti furono istruiti a fermarsi, ad arrestarsi sull'arto da testare e poi attraversare o incrociare l'altro arto davanti all'altro ed in accelerazione cambiare direzione).

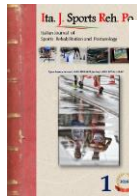
c) stop

I soggetti effettuarono una corsa rettilinea su una distanza di 8-metri a tre-quarti la velocità di gioco per poi successivamente effettuare uno stop su l'arto test (single legged -stop).

d) Landing

I soggetti saltarono in giù da un'altezza di 0.4 metri, atterrando su ambo le gambe, ed effettuarono con il piede perno contro laterale all'arto dominante un cambio di direzione. Tre le prove compiute.

L'analisi mostrò un incremento dell'attività dell'apparato estensore del ginocchio nel momento in cui il piede era ancorato a terra e questo in tutte le manovre oggetto dello studio.



L'angolo medio di flessione di ginocchio, quando il piede si arresta a terra era :

- a) 22° per il sidestep cut,
- b) 29° for the cross-cut,
- c) 14° for stopping,
- d) 23° per l'atterraggio dopo un salto.

I risultati di questo studio<sup>13</sup> indicano che l'attivazione del muscolo quadricipite comincia poco prima che il piede si arresta sul terreno raggiungendo il picco a metà del movimento – eccentrico, per i quattro movimenti studiati.

In queste manovre, il livello dell'attivazione dell'apparato estensore del ginocchio andò oltre quello relativo ad una contrazione isometrica massimale.<sup>13</sup>

Si rileva inoltre l'esistenza di una attività EMG sub/massimale riferita ai muscoli ischio crurali prima e dopo l'appoggio del piede al suolo. Questa minima attivazione dei muscoli flessori del ginocchio, accoppiata a forze generate dalla contrazione del quadricipite potrebbe produrre una significativa traslazione anteriore e condurre ipoteticamente ad una lesione del legamento crociato anteriore.<sup>1,5,40,41</sup> Nelle conclusioni finali dello studio<sup>13</sup> viene evidenziato come :

- al momento che il piede si arresta a terra per effettuare, dopo la corsa, uno dei 4 movimenti studiati, il ginocchio è posizionato ad un angolo (range da 14° (stop) a 29° (il cross-cut) di flessione che permetterà al quadricipite di creare un'importante forza di traslazione femoro-tibiale atta a "stressare" il legamento crociato anteriore.

Momenti di eccessivo valgo del ginocchio durante gestualità specifiche sono considerati un fattore di rischio per le lesioni (Figura 5) non-contatto in atleti di sesso femminile.

Si pensa che un alterato il controllo neuromuscolare durante *cutting manoeuvre* potrebbe potenzialmente aumentare il "peak external valgus moments"<sup>27</sup> Allo stesso modo, viene espresso in un recente lavoro di Greene AJ<sup>45</sup> come una Ankle Brace, non incrementa il carico sull'articolazione del ginocchio durante un cambio di direzione o side step cutting non incrementando l'eventuale valgo adattativo del ginocchio<sup>34</sup> Hollis<sup>11</sup> nel descrivere la rotazione assiale della tibia rispetto al femore durante un carico in "Valgo" ha scoperto che nell'aumentare l'angolo di flessione del ginocchio, la rotazione tibia interna aumenta fino a 21° di rotazione a 90° della flessione.<sup>11</sup>

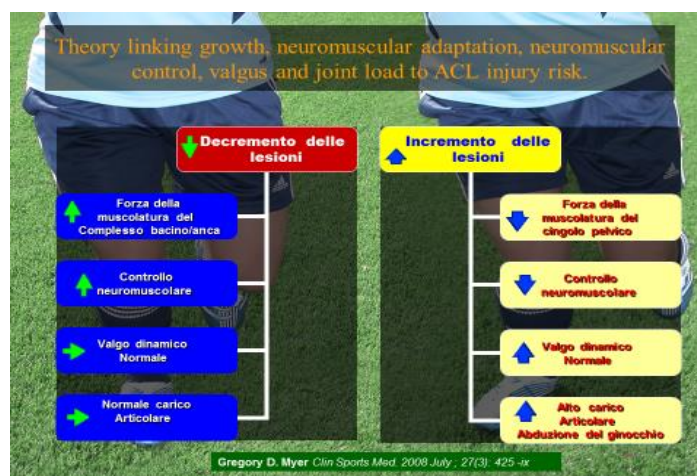
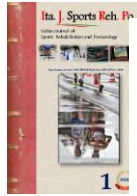


Figura 5 . Teoria dell'incremento dei fattori di rischio di lesioni del LCA. Queste sono legate tra l'altro ad un incremento del valgo adattativo dinamico del ginocchio<sup>46</sup>





## Cambi di direzione : correlazioni tra gestualità specifica , attività del semitendinoso e gracile e movimenti rotazionali

Anche se i movimenti primari della articolazione del ginocchio sono quelli relativi alla flessione ed estensione è stato, oggi, poco pubblicato sui relativi rapporti di forza della rotazione tibiale interna ed esterna. Questi momenti rotazionali risultano essere essenziali per la normale biomeccanica dell'articolazione del ginocchio <sup>1,5,12,24,37,38</sup>

A tal proposito viene utile ricordare che didatticamente le linee di difesa anatomiche attive contro il movimento di rotazione esterna ed interna sono:

1. *rotazione esterna : quadricipite, sartorio gracile, semitendinoso, semimembranoso e il popliteo assicurano insieme il controllo del grado di rotazione esterna*
2. *rotazione interna : bicipite e tensore fascia lata.*

Visto che il semitendinoso e gracile svolgono entrambi il ruolo di flessori del ginocchio e rotatori tibiali interni, il loro utilizzo pro crociato anteriore può provocare un decremento dell'attività e della rotazione interna con una riduzione del controllo delle linee di difesa attive contro il movimento di rotazione esterna. <sup>1,2,3,4,5</sup>

Successivamente dal punto di vista biomeccanico l'attività rotazionale interna è delegata esclusivamente al sartorio e il popliteo e il semimembranoso.

La valutazione del ginocchio dopo una ricostruzione di ACL, effettuata con i tendini semitendinoso e gracile si è concentrata primariamente sulle espressioni di forza isocinetica dell'apparato estensore e soprattutto dei flessori del ginocchio. <sup>5,6,7,8</sup>

Molti autori riportano che l'utilizzo dei flessori pro crociato anteriore causano un deficit di forza<sup>9</sup> identificabili, in un modesto decremento dei valori di forza <sup>9,10</sup> negli ischio crurali.

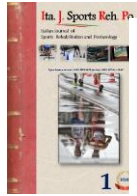
Viene evidenziato, ad una velocità angolare di 60 deg/sec. , un deficit di forza isocinetica del 17% a carico dei flessori del ginocchio. Altri <sup>11</sup> non riportano nessun decremento dei livelli di forza degli ischio crurali a seguito dell'utilizzo del semitendinoso e gracile pro – crociato anteriore.

Per Randall W. Viola <sup>12</sup> esiste un palese quanto mai evidente decremento dei valori di forza rotazionali interna ed esterna quando vengono utilizzati i tendini del semitendinoso e gracile come neo legamento crociato anteriore. <sup>12</sup>

Ciccotti <sup>13</sup> afferma che esiste una risposta coordinata dei flessori e del quadricipite durante le attività sportive. Questa controlla le relative "anterior shear force" tibiali ricollegabili alle attività specifiche gestuali. L'autore <sup>13</sup> notò che l'attività del muscolo semimembranoso è simultanea all'attività muscolare del quadricipite. Il muscolo bicipite femorale "gioca a resistere" in maniera eccentrica, alle grandi forze antero laterale tibiale e rotatorie create per esempio durante la manovra "controlaterale cross - cut."

Il semitendinoso e gracile, durante i cambi di direzione contribuiscono al controllo della rotazione interna della tibia rispetto al femore.

Il movimento gestuale a rischio, per produrre una lesione del LCA, rimane il valgismo del ginocchio e rotazione tibiale esterna. In questa posizione, i rotatori interni tibiali funzionano da ammortizzatori eccentrici per contrastare le forze dirette sul LCA. <sup>1,2,4,5</sup> E' giusto sottolineare che se questi muscoli vengono utilizzati pro – crociato anteriore <sup>1,11,13,14</sup>, è possibile evidenziare un decremento dei valori di forza della rotazione tibiale interna.



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

Viene evidenziato da molti autori <sup>9,17,28,37,41,42</sup> che l'utilizzo del semitendinoso e gracile pro Legamento Crociato Anteriore (LCA) si correla con una perdita importante di forza dei flessori del ginocchio <sup>9,17</sup>, mentre altri <sup>18,19</sup> non hanno evidenziato differenze significative.

Viola e coll. <sup>14</sup> misurarono il picco di forza della rotazione tibiale interna ed esterna a 60°/s, 120°/s, e 180°/s in 23 soggetti a 51 ± 40 mesi post-ricostruzione del legamento crociato anteriore, con i tendini del semitendinoso e gracile.

I dati del monitoraggio mostrarono un decremento dei valori di forza relativi alla rotazione tibiale interna nel loro arto patologico comparato all'arto controlaterale sano. Un deficit di forza della rotazione tibiale interna tra il 12% ed il 15% fu riscontrato nell'arto patologico se comparato con il l'arto sano.<sup>14</sup> . Gli autori <sup>14</sup> conclusero che decrementi in termini di forza della rotazione interna, altera la biomeccanica dell'arto inferiore e contribuisce ad alterare la performance sportiva.

Altri <sup>30</sup> trovarono che la media delle misurazioni del picco di forza della rotazione interna dell'arto operato, erano statisticamente differenti se comparate con l'arto non operato a 60°/s (P = .012), 120°/s (P = .036), e 180°/s (P = .045) Questi autori <sup>30</sup> trovarono che i soggetti afferenti allo studio, evidenziavano una effettiva "debolezza" relativa alla rotazione tibiale interna nel loro arto ricostruito quando comparato con l'arto controlaterale sano alle velocità angolari di 60°/s, 120°/s, e 180°/s..

I picchi di forza riferiti alla rotazione esterna tibiale di pazienti che avevano subito una ricostruzione del legamento di crociato anteriore con semitendinoso e gracile furono monitorati <sup>28</sup> per determinare se l'utilizzo dei flessori da luogo ad un decremento dei valori di forza della rotazione tibiale interna ed esterna. Tramite un dinamometro isocinetico furono testati 23 soggetti. per misurare il picco di forza della rotazione interna ed esterna alle velocità angolari di 60, 120, e 180 gradi/sec .

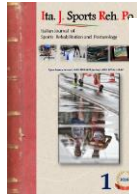
I soggetti dello studio furono valutati in media a 51 ± 40 mesi dalla ricostruzione del lca. La media relativa della rotazione interna degli arti ricostruiti mostrò un calo statisticamente significativo rispetto al lato controlaterale a tutte le velocità angolari. Mentre la media relativa della rotazione esterna degli arti patologici era statisticamente simile a quella dell' arto controlaterale a tutte le velocità angolari. I soggetti che avevano subito una ricostruzione del LCA con semitendinoso e gracile dimostrarono un decremento delle espressioni muscolari della rotazione tibiale interna nelle ginocchia operate se comparate con le ginocchia controlaterali sane e questo a tutte le velocità angolari esaminate.

Tanya Armour, e coll. <sup>22</sup> mostrarono, attraverso un test isocinetico, effettuato 2 anni dopo l'intervento chirurgico ,che pazienti, operati di ricostruzione del lca, con semitendinoso e gracile , presentavano una rotazione tibiale interna, più debole,quando questa è comparata con l'arto sano controlaterale.

Un altro studio, <sup>34</sup> testò 62 pazienti (34 uomini, 28 donne, età media alla chirurgia era 20.8 anni.) operati di ricostruzione del LCA con utilizzo del semitendinoso e gracile, ricercando il picco di forza isocinetico, relativo alla estensione , flessione, rotazione interna, ed esterna, a 30 gradi/sec e 120 gradi/sec. prima e 12 mesi dopo ricostruzione del lca .

I valori di forza isocinetica relativi al quadricipite dell'arto patologico recuperarono i livelli ottimali 12 mesi dopo la ricostruzione del lca. Si evidenziò una persistenza "debolezza" dei valori relativi alla rotazione interna.

Un lavoro di Zhang LQ,<sup>32</sup> valutò rapporti di forza relativa alla flessione/estensione, abduzione/adduzione, rotazione interna/esterna furono determinati per ciascuno soggetto e



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

comparò attraverso uno screening su :

1. 19 pazienti con instabilità cronica del legamento crociato anteriore
2. 18 pazienti con lesione acuta del legamento crociato anteriore
3. 21 pazienti con ricostruzione del legamento crociato anteriore
4. 23 soggetti normali inseriti nel gruppo di controllo.

I pazienti con instabilità cronica del LCA, afferenti al gruppo 1, mostrarono un rapporto di forza significativamente più basso nella rotazione interna/esterna rispetto al gruppo di controllo e il gruppo di pazienti con lesione acuta del lca ( $P = 0.02$ ),

Per i pazienti che hanno ricostruito il legamento crociato anteriore il rapporto di forza della rotazione interna/esterna, si avvicina di molto ai livelli di forza del gruppo di ginocchia normali rispetto al gruppo dei pazienti con instabilità croniche.

Inoltre, gli autori<sup>32</sup> dello studio evidenziarono che una riduzione di forza degli estensori del ginocchio, rotazione tibiale e di abduzione successivo alla chirurgia ricostruttiva del lca sia meno severa e più facile al recuperare. Una "stanchezza" degli ischio crurali da luogo a un decremento del picco di forza e di contrattilità dei flessori del ginocchio ( $p = .01$ ), ed ad un incremento della rotazione tibiale interna oltre che un incremento della traslazione anteriore della tibia, con relativo incremento degli stress tensionali sul legamento crociato anteriore<sup>\*1,32</sup>. E' chiaro quindi un deficit di forza dei rotatori interni tibiali, legato ad una ricostruzione del legamento crociato anteriore, crea ulteriori squilibri rotazionali tibiali a vantaggio della rotazione esterna, che di per sé è condizionata dal comportamento funzionale del bicipite femorale:

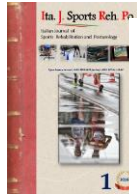
- L'accorciamento del bicipite femorale trazione la testa del perone posteriormente, in disfunzione osteopatia, incrementando la rotazione esterna della tibia e il valgo del ginocchio con ricadute biomeccaniche compensative a livello dell'anca, ginocchio e del piede tale creare i presupposti durante una manovra di cutting .

Nel calciatore i flessori del ginocchio "giocano" un ruolo funzionale importante a) sia di stabilizzazione che di controllo per quanto riguarda la traslazione tibiale anteriore b) che di equilibrio dell'intera cintura pelvica in associazione agli adduttori e tensore della fascia lata<sup>1</sup>.

Partendo o ripartendo da qui non possiamo non evidenziare che, il controllo del movimento in valgo, tipico di alcuni gesti tecnici calcistici, è deputato all'attività eccentrica dei rotatori interni, e che nella posizione di flessione a 60° il ginocchio, si trova nella sua massima instabilità rotatoria. Un decremento dell'attività dei rotatori interni, a vantaggio della rotazione esterna che comporterà un piede varo, che si accompagna e si correla con una diminuzione delle curve cervicali e lombari e con una iperpressione rotulea . Si creerà praticamente una disfunzione rotazionale dell'asse femoro - tibiale, che sarà il fattore causativo per una destrutturazione posturale asimmetrica.

Le asimmetrie "side to side" sviluppano, negli atleti, adattamenti mio-dinamici strutturali con compensi posturali dinamici diversificati, espressi durante gestualità sport-relative.<sup>12</sup>

A completezza di questo articolo scientifico, è utile ricordare che le linee di difesa anatomiche, attive contro i movimenti di valgizzazione, esprimibili durante una "Cutting Manoeuvre" presenti nella gestualità calcistica, sono rappresentate dal sartorio dal gracile e dal semitendinoso. Ci chiediamo cercando conforto nella letteratura: se utilizziamo il semitendinoso e gracile pro crociato anteriore andiamo ad indebolire la protezione il controllo dei movimenti in valgo che il calciatore effettua durante un cambio di direzione o cutting



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

510

manoeuvre innumerevoli volte? La letteratura conferma questa nostra concettualità scientifica.<sup>12,14,28,29,30</sup>

Tra l'altro gli stessi gruppi muscolari in cooperazione con bicipite femorale, gastrocnemio laterale, popliteo rappresentano le linee di difesa attive contro il movimento di estensione e di iperestensione.

Possiamo affermare che la fatica muscolare ha un transfert negativo sul controllo dei movimenti varo-valgo rotazione esterna ed interna e sulle dinamiche biomeccaniche dell'arto inferiore durante la manovra di cutting.<sup>1,35</sup>

L'alterata biomeccanica, sui tre piani dello spazio, del ginocchio influenzata, in questo caso, delle strutture muscolari, modifica le strutture articolari distali e prossimali.

Concludendo, possiamo affermare che la rotazione interna o esterna dell'asse femoro/tibiale è associata ad un piede "causativo" o "adattativo". Un utilizzo del semitendinoso e gracile pro-crociato anteriore, modifica a vari livelli l'espressione biomeccanica del gesto tecnico del calciatore predisponendolo, nel tempo, data la ripetitività degli schemi gestuali a possibili disfunzioni asimmetriche posturali che avranno, nel tempo, una rilevanza clinica.

La risoluzione dei deficit di forza e di flessibilità e successivamente l'analisi il riequilibrio posturale diventano di importanza vitale prima di autorizzare l'atleta alla ripresa dell'attività agonistica post infortunio.

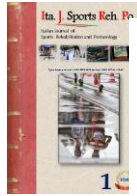
## Conclusioni

Il calcio, rimane uno sport ricco di gestualità dove il contatto/contrasto tra i calciatori, è oggi una inevitabilità tecnica/tattica. Le innumerevoli traiettorie della palla costringono l'atleta ad aggiustamenti posturali continui diversificati. La normalizzazione delle strutture articolari e mio-tensive sono alla base di una "fisiologica" funzionalità biomeccanica che decrementa l'indice di infortunabilità legata alla traumatologia del gesto specifico.

Una lesione del legamento crociato anteriore isolato o associata provoca dei danni "biomeccanici e funzionali" che non risolti possono essere il fattore causativo di una disfunzione posturale. Una lesione meniscale concorre a destabilizzare il ginocchio enfatizzando il valgo o il varo dal lato della stessa meniscetomia.<sup>1,35,36,37</sup>

L'alterazione dei livelli di forza rotazionale interna e un decremento del controllo dei movimenti in valgo sono riscontrabili in letteratura e ricollegabili alla ricostruzione del lca con semitendinoso e gracile. I decrementi dei livelli di forza muscolare sono osservabili soprattutto nel quadricipite femorale, che viene accentuata, se si utilizza il tendine rotuleo, mentre risulterà maggiormente evidente a carico dei flessori, se viene utilizzato il semitendinoso e gracile con un deficit della rotazione interna. Conseguenziali compensi statici e dinamici, non appianati rappresentano il nucleo principale delle afferenti patologie legate alla gestualità tecnica e atletica calcistica.<sup>35</sup>

Strategie per prevenire l'abduzione del ginocchio dovrebbero concentrarsi in parte sul controllo dell'adduzione dell'anca con protocolli che includono training pliometrici, ed esercitazioni atte al controllo ed alla stabilizzazione dinamica del ginocchio e tronco durante gestualità complesse.<sup>43</sup>

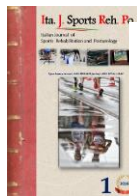


R. D'Onofrio ,P. Tamburrino V.Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1 ; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

## Reference

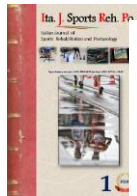
1. D'Onofrio R. Manzi V., Colli R., D'Ottavio S. Pintus A. Un legamento da proteggere Analisi dei rischi connessi alle manovre di crossover e sidestep cutting e proposta di un protocollo di esercizi propriocettivi nella prevenzione delle lesioni del lca nella pallacanestro femminile sulla base della letteratura internazionale *Sport&Medicina* ;21,2, 37 –46, 2004 )
2. Cross MJ, Gibbs NJ, Bryant GJ. An analysis of the sidestep cutting manoeuvre *Am J Sports Med.* 1989 May-Jun;17(3):363-6.
3. G. Lloyd, Rationale for training programs to reduce anterior cruciate ligament injuries in australian football *Journal of Orthopaedic Physical Therapy.* 2001; 31(11): 645-654
4. Besier TF, Lloyd DG, Cochrane JL, Ackland TR. External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Jul;33(7):1168-75.
5. D'Onofrio R. ,Manzi V. D'Ottavio S, Annino G, Colli R, Pintus A. Analisi Biomeccanica degli esercizi di squat e leg press. Una review della letteratura *Teknosport,* 7;27:maggio-giugno 2003;14-24
6. Quatman C E The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism? *Br J Sports Med.* 2009 May ; 43(5): 328–335.  
doi:10.1136/bjsm.2009.059139
7. Hiemstra LA, Webber S, Macdonald P, Kriellars DJ. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1472–1479. –
8. Carter TR, Edinger S. Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring vs patellar tendon. *Arthroscopy.* 1999;15:169–172
9. Marder RA, Raskind JR, Carroll M: Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 19:478 –484,1991,15 ' (1991)
10. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med* 23:706 –714,1995
11. Hollis JM, Takai S, Adams DJ, et al. The effects of knee motion and external loading on the length of the anterior cruciate ligament (ACL): a kinematic study. *J Biomech Eng* 1991;113:208–14.
12. Randall W. Viola, MD, William I. Sterett, MD, Darren Newfield, Internal and External Tibial Rotation Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Ipsilateral Semitendinosus and Gracilis Tendon Autografts *The American Journal of Sports Medicine* 28:552-555 (2000)
13. Ciccotti MG, Kerlan RK, Perry J, : An electromyographic analysis of the knee during functional activities: I. The normal profile. *Am J Sports Med* 22:645 –650,1994
14. Viola RW, Sterett WI, Newfield D, Steadman JR, Torry MR. Internal and external tibial rotation strength after anterior cruciate ligament reconstruction using ipsilateral semitendinosus and gracilis tendon autografts. *Am J Sports Med.* 2000;28:552–555



R. D'Onofrio ,P. Tamburrino V.Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1 ; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

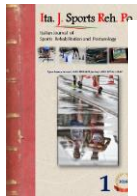
15. Shogo Sasaki The Relationship between Performance and Trunk Movement During Change of Direction J Sports Sci Med. 2011 Mar; 10(1): 112–118.
16. Branch TP, Hunter R, Donath M: Dynamic EMG analysis of anterior cruciate deficient legs with and without bracing during cutting. *Am J Sports Med* 17:35 –41,1989
17. Hiemstra LA, Webber S, Macdonald P, Kriellars DJ. Knee strength deficits after hamstring tendon and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1472–1479.
18. Ohkoshi Y, Chiharu C, Yamane S, Changes in muscle strength properties caused by harvesting of autogenous semitendinosus tendon for reconstruction of contralateral anterior cruciate ligament. *Arthroscopy.* 1998;14:580–58
19. Carter TR, Edinger S. Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring vs patellar tendon. *Arthroscopy.* 1999;15:169–172
20. Kiyonori Mizuno Gender Dimorphic ACL Strain In Response to Combined Dynamic 3D Knee Joint Loading: Implications for ACL Injury Risk Knee. 2009 December ; 16(6): 432–440.
21. Rahnema N, Reilly T, Lees A. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med* 2002 Oct;36(5):354-9 )
22. Daniel D, Fritschy D: Anterior cruciate ligament injuries, in DeLee JC, Drez D (eds): *Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice.* Philadelphia, WB Saunders Co,1994 , pp1313 –1314
23. R. D'Onofrio Valgo adattativo dinamico, valgus collaps e drop vertical Jump test : considerazioni per un approccio valutativo Ita J Sports Reh Po 2015; 2; 3 ; 299 - 312 ; doi : 10.17385/ItaJSRP.015.3003 ISSN 2385-1988 [online ] IBSN 007-111-19-55
24. Scott Colby, ME\*, Anthony Francisco, MS Electromyographic and Kinematic Analysis of Cutting Maneuvers, *The American Journal of Sports Medicine* 28:234-240 (2000)
25. Woo SL-Y, Hollis M, Adams DJ, Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex: The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med* 19:217 – 225,1991
26. Westing che al.35 Westing SH, Cresswell AG, Thorstensson A: Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension. *Eur J Appl Physiol* 62:104 –108,1991
27. Andrew John Greene The effect of external ankle support on the kinematics and kinetics of the lower limb during a side step cutting task in netballers *BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation* 2014, 6:42
28. Randall W. Viola, MD, William I. Sterett, MD, Darren Newfield, Internal and External Tibial Rotation Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Ipsilateral Semitendinosus and Gracilis Tendon Autografts *The American Journal of Sports Medicine* 28:552-555 (2000)
29. Thay Q. Lee, Garrett Morris, The Influence of Tibial and Femoral Rotation on Patellofemoral Contact Area and Pressure J Orthop Sports Phys Ther. 2003;33(11):686-693.



R. D'Onofrio, P. Tamburrino, V. Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1; 499 – 515; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

30. Tanya Armour,, Lorie Forwell, Robert Litchfield, Isokinetic Evaluation of Internal/External Tibial Rotation Strength After the Use of Hamstring Tendons for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction *The American Journal of Sports Medicine* 32:1639-1643 (2004)
31. John A. Nyland, Robert Shapiro, The Effect of Quadriceps Femoris, Hamstring, and Placebo Eccentric Fatigue on Knee and Ankle Dynamics During Crossover Cutting *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;25(3):171-184..
32. Zhang LQ, Nuber GW, Bowen MK, Koh JL, Butler JP Multiaxis muscle strength in ACL deficient and reconstructed knees: compensatory mechanism. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Jan;34(1):2-8.
33. Lundberg M, Messner K. Decrease in valgus stiffness after medial knee ligament injury. A 4-year clinical and mechanical follow-up study in 38 patients *Acta Orthop Scand.* 1994 Dec;65(6):615-9.
34. Segawa H, Omori G, Koga Y, Kameo T, Iida S, Tanaka M Rotational muscle strength of the limb after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendon. *Arthroscopy.* 2002 Feb;18(2):177-82
35. D'Onofrio R., Manzi V., Pintus V., D'Ottavio S. *Le lesioni muscolari nel calcio internazionale.* *SdS*, 70, luglio settembre 2006; 51-58
36. Manzi V, D'Onofrio R., Pintus A., Amati A., D'Ottavio S. *Decremento della flessibilità e tendinopatia patellare* (Notiziario del settore tecnico FIGC; 2005 1,33-35)
37. Pintus A. D'Onofrio R.. *Il recupero della forza dei flessori ed estensori del ginocchio nella fase post ricostruttiva del LCA. Analisi della letteratura* (Notiziario del settore tecnico F.I.G.C. 2001,5, 13-18)
38. R. D'Onofrio A. Pintus, V. Scala Considerazioni sull'attività muscolare durante esercizi alla leg press e allo squat nella fase del ricondizionamento dell'atleta infortunato. (Notiziario del settore tecnico F.I.G.C. 2002,6,25-29)
39. Manzi V., D'Onofrio R. Annino G., D'Ottavio S. Ormoni sessuali e stabilità del legamento crociato anteriore nel calcio femminile (Notiziario del Settore tecnico FIGC; 2003 5,34-38)
40. D'Onofrio R. Manzi V., Colli R., D'Ottavio S. Riflessi delle modificazioni ormonali sull'incidenza delle lesioni del legamento crociato anteriore e sulla performance fisica nel basket femminile. *Teknosport* 2004 (30) 27,34
41. A. Tucciarone, A. Billi, R. D'Onofrio Quando concedere La ripresa nello sport professionistico? Il giocatore di basket (*Il Medico Sportivo*; 2002,3,1-3)
42. P. Tamburrino R. D'Onofrio, A. Pintus Analisi comparativa sulla forza dei flessori ed estensori del ginocchio nelle ricostruzioni Del LCA con STG e TR. *Analisi della letteratura.* (*Il Medico Sportivo*; 2001, 6; 4-14)
43. Lauren E. Imwalle Relationship Between Hip and Knee Kinematics In Athletic Women During Cutting Maneuvers: A Possible Link to Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury and Prevention *J Strength Cond Res.* 2009 November; 23(8): 2223–2230.  
doi:10.1519/JSC.0b013e3181bc1a02

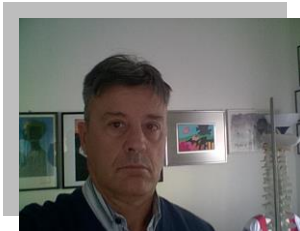


R. D'Onofrio ,P. Tamburrino V.Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue Implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1 ; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

514

44. Pollard CD, Stearns KM, Hayes AT, Heiderscheit BC. Altered lower extremity movement variability in female soccer players during side-step cutting after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2015 Feb;43(2):460-5. doi: 10.1177/0363546514560153. E pub 2014 Dec 15.
45. Greene AJ The effect of external ankle support on the kinematics and kinetics of the lower limb during a side step cutting task in netballers. *Mc Sports Sci Med Rehabil* 2014 Dec 22;6(1):42. doi: 10.1186/2052-1847-6-42. E Collection 2014.
46. Gregory D. Myer Trunk and Hip Control Neuromuscular Training for the Prevention of Knee Joint Injury *Clin Sports Med.* 2008 July ; 27(3): 425–ix. doi:10.1016/j.csm.2008.02.00

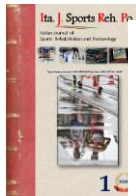


**First Authors : Rosario D'Onofrio**

Rehab & Posturologist Fitness Coach - Rehab Conditioning Specialist  
and Athletic Trainers in Rehabilitation Certification  
Editor in Chief, Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology

**Corresponding Author : r.donofrio@alice.it**





R. D'Onofrio ,P. Tamburrino V.Manzi

**Una analisi qualitativa della letteratura sulla biomeccanica clinica dell'articolazione ginocchio durante cutting manoeuvre nel calcio e sue Implicazioni nelle lesioni, da non contatto, del legamento crociato anteriore**  
Ita J Sports Reh Po 2016; 3; 1 ; 499 – 515 ; doi: 10.17385/ItaJSRP.016.030104  
ISSN 2385-1988 [online] IBSN 007-111-19-55

