

Il Legamento Crociato Anteriore (LCA) ed il calcio: situazioni e meccanismi di lesione studiati con la video-analisi

Alberto Grassi¹, Francesco Della Villa², Stefano Zaffagnini¹

¹ II Clinica Ortopedica -Traumatologica e Laboratorio di Biomeccanica ed Innovazione Tecnologica, Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna, Italia

² Isokinetic Medical Group, Bologna, Italia

Il caso

“Ma stavolta è diverso?”. Queste le parole riportate dalla Gazzetta dello sport il 23 Settembre 2017 da parte di Arkadiusz Milik, attaccante del Napoli già reduce da una lesione del Legamento Crociato Anteriore (LCA) del ginocchio sinistro nel 2016. Il riferimento è all'infortunio subito all'altro ginocchio – il destro – dopo la trasferta vittoriosa a Ferrara contro la SPAL. Cosa c'è di “diverso” nel nuovo trauma rispetto a quello accaduto meno di 12 mesi fa al ginocchio controlaterale? Osservando le immagini dei due eventi è possibile vedere come nel primo caso, occorso al ginocchio sinistro, sia presente un chiaro trauma diretto da parte dell'avversario sul comparto esterno del ginocchio, responsabile di un innaturale stress in valgismo con ginocchio durante la *early-flexion* (Fig. 1a). Nel recente trauma occorso al ginocchio destro, è invece visibile un banale cambio di direzione del giocatore durante un'azione di pressing su un avversario (Fig. 1b). Le due situazioni apparentemente differenti e le ottimistiche parole del giocatore avevano fatto ben sperare la società ed i tifosi del Napoli Calcio circa la gravità dell'infortunio subito. Purtroppo l'iniziale ottimismo è stato ben presto smentito dalla valutazione clinica e strumentale che ha evidenziato una lesione del LCA del ginocchio destro.

L'attenta analisi della differente percezione del trauma da parte di un osservatore e del giocatore stesso offre interessanti spunti di riflessione circa i meccanismi traumatici di lesione del LCA negli sportivi ed, in particolare, nei calciatori. Questo argomento riveste infatti un'importanza



Figura 1 a, b - a. Infortunio di Milik al ginocchio sinistro, a causa di un trauma valgizzante sul ginocchio in *early-flexion*. b. Infortunio al ginocchio destro durante pressing, senza contatto con avversario.

quanto mai attuale, visti i numerosi infortuni di questo tipo, soprattutto per meccanismi traumatici privi di contatto e, pertanto, potenzialmente prevenibili.

Introduzione

Il calcio, oltre che essere considerato lo sport più popolare al mondo per quanto riguarda il seguito di pubblico ed il numero di atleti (1), rappresenta uno degli sport con più alto rischio di lesione del LCA. Il calcio, infatti, prevede ripetuti e repentini movimenti di rotazione del ginocchio, ma anche frequenti contatti fisici tra gli atleti. La frequenza di lesione del LCA è stimata tra 0,006 e 10 per ogni 1000 ore di gioco (2-4), sebbene con differenze sostanziali tra atleti di sesso maschile o femminile (4-7). Poiché la lesione del LCA può rappresentare una minaccia concreta per la carriera di un calciatore (8, 9), oltre che per il benessere a lungo termine di tutta l'artico-

lazione del ginocchio, la prevenzione degli infortuni rappresenta un filone di ricerca molto dinamico. Una buona prevenzione però non può assolutamente prescindere dall'approfondita conoscenza meccanismi traumatici e lesivi (10). In quest'ottica, lo studio attraverso l'analisi di video raffiguranti episodi di lesione del LCA è stata utilizzata in numerosi sport come basket (11-13), pallamano (11, 12, 14), calcio australiano (15), sci alpino e, più recentemente, anche calcio (5, 16). Tuttavia l'analisi di popolazioni eterogenee per quello che riguarda sesso, livello di attività o distribuzione temporale, e la mancata valutazione di parametri come dettagli metrologici, cronologici o spaziali, ha limitato l'applicabilità dei risultati ottenuti e la valutazione a 360° del rischio di infortunio. Per questi motivi abbiamo eseguito uno studio di video-analisi su traumi con comprovata lesione del LCA in calciatori professionisti tramite il popolare sito youtube.com, pub-

blicato recentemente su una rivista internazionale (17), presentato al congresso Isokinetic 2017 a Barcellona, ed oggetto di dibattito sul social network Twitter da parte di autorevoli membri della commissione medica della UEFA e della Statunitense Mayo Clinic (Fig. 2). Nello specifico, abbiamo analizzato 34 video di lesioni di LCA riguardanti 2 portieri, 7 difensori, 11 centrocampisti e 14 attaccanti, che ci hanno permesso di portare un po' di luce su importanti quesiti.

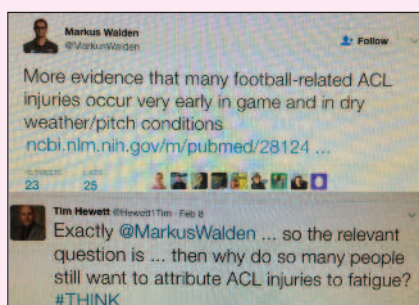


Figura 2 - Dibattito su twitter sull'articolo di video-analisi, riguardo alla correlazione tra lesione del Legamento Crociato Anteriore (LCA) e fatica.

Esiste una stagionalità delle lesioni del LCA?

La maggior parte delle lesioni si è verificata in autunno (35%) e in inverno (32%), con novembre come mese più rappresentato (18%) seguito da dicembre e Aprile (15%) (Fig. 3a). Ciò non ci deve sorprendere, poiché l'organizzazione e la tempistica della maggior parte dei Campionati Nazionali istituiscono una pausa estiva di circa 2-3 mesi tra la fine della primavera e l'inizio dell'autunno, che potrebbe essere responsabile del numero limitato di feriti durante i mesi estivi. Più che la stagione in sé, rivestono particolare importanza le condizioni meteorologiche e lo stato del manto erboso, in quanto quasi tutte le lesioni ACL si sono verificate in condizioni non piovose (97%) e in un campo asciutto (91%).

Questo dato è supportato dalla letteratura, che conferma come i calciatori siano più inclini a lesioni con il sole/caldo e con campi duri/asciutti (18, 19).

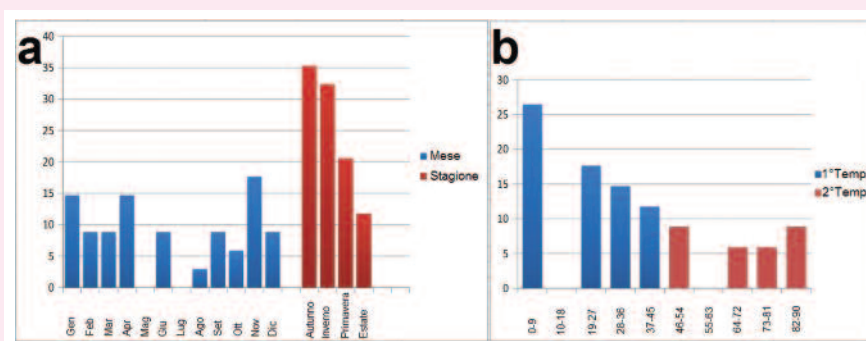


Figura 3 a, b - Rappresentazione grafica della distribuzione delle lesioni del Legamento Crociato Anteriore (LCA) nei vari mesi e stagioni (a) e durante i minuti di gioco (b).

In quale momento della partita avviene la lesione del LCA?

Il 79% delle lesioni del LCA si è verificato nella prima metà della partita, ed in particolare nei primi 9 minuti, con ben il 26% dei casi. La frequenza delle lesioni appare diminuire lungo il corso della partita (Fig. 3b). Ciò è in linea con quanto riportato da Rahanma et al. (20), che ha riportato un picco di incidenza di infortuni specifici (non solo lesioni del LCA) nei primi 15 minuti. Poiché gran parte delle lesioni di LCA nella nostra valutazione si è verificata senza contatto con l'avversario, è possibile che tale lesione si sia verificata a causa di una preparazione mentale o fisica inadeguata alla partita, con una possibile

irruenza del giocatore non supportata da un controllo neuromotorio adatto alla circostanza (20). Ciò sembra smentire la convinzione che la maggior parte delle lesioni del LCA si verifichi alla fine della partita a causa della fatica e stanchezza (21).

In quale parte del campo avviene la lesione del LCA?

Il 68% delle lesioni di LCA è avvenuto nella metà campo avversaria, mentre il restante 32% nella propria metà-campo. Undici giocatori (32%) hanno sostenuto l'infortunio nell'area di rigore, mentre 15 (44%) in prossimità delle linee laterali (approssimativamente a 3-5 metri) (Fig.

4). Se può sembrare scontato che l'area di rigore rappresenti uno spazio a rischio per traumi e lesioni, la prossimità delle linee laterali offre alcune riflessioni. Innanzitutto, se si considera che un campo come San Siro a Milano ha una superficie di 7140 m² (105 metri di lunghezza e 68 metri di larghezza) e che l'area entro 5 metri dalla linea secondaria rappresenta solo 1680 m², allora il 44% delle lesioni di LCA è occorso in meno del 25% della superficie

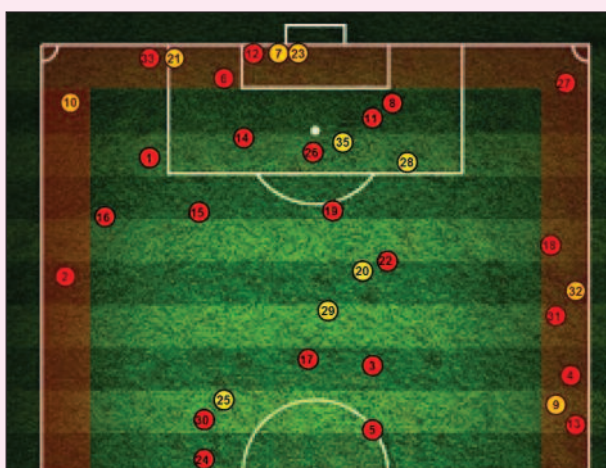


Figura 4 - Distribuzione spaziale nel campo di gioco delle lesioni del Legamento Crociato Anteriore (LCA). Le lesioni avvenute nella propria metà campo sono raffigurate in giallo, mentre quelle nella metà campo avversaria in rosso.

del campo. Ciò potrebbe essere dovuto al fatto che i giocatori in questa posizione periferica sono costretti a sostenere movimenti rotatori, rapidi cambi di direzione o decelerazioni improvvise al fine di evitare l'avversario e rimanere entro i limiti del campo. Queste sono situazioni che potrebbero esporre il giocatore alla perdita di equilibrio o a sovraccarico dell'articolazione.

Quali sono le azioni a maggiore rischio di lesione del LCA?

Le lesioni del LCA da noi analizzate hanno riguardato per lo più gli attaccanti (41%), mentre i difensori erano coinvolti solo nel 21% dei casi; tuttavia un numero uguale di giocatori (17) ha sostenuto la lesione del LCA durante le fasi di attacco o di difesa (Fig. 5). Le azioni più frequenti svolte dai giocatori durante la rottura del LCA erano il pressing o il tackle (41%), il tiro (21%) e il dribbling (18%). Il pressing ed il tackle sono azioni complesse che solitamente comportano un movimento in avanti ad alta velocità, seguito da spostamenti laterali per raggiungere la palla (16). Questi gesti spesso rappresentano manovre reattive che possono richiedere aggiustamenti dell'ultimo secondo nella posizione del corpo, il che può provocare lo sbilanciamento del giocatore o il sovraccarico dell'articolazione, mettendo

il ginocchio in una posizione pericolosa (5). Inoltre, l'esplosività del movimento e della contrazione del quadricipite, associata a una *early-flexion* del ginocchio e ad un aumentato *slope* del piatto tibiale rispetto al terreno, possono favorire la traslazione anteriore della tibia rispetto al femore amplificando la tensione sul LCA, minacciandone l'integrità. Infine, queste situazioni sono altresì sottoposte a rischio di contatti diretti o indiretti con l'avversario, che potrebbe dunque applicare forze esterne sul ginocchio, spesso saldamente ancorato al terreno in semiflessione e rotazione, o portare alla perdita di equilibrio durante la fase cruciale di atterraggio dopo il calcio o salto.

Nonostante quasi l'80% delle lesioni si sia verificato durante un "duello" con un avversario, in particolare subendo un tackle (32%) (Fig. 6) o eseguendo un pressing (26%) (Fig. 7), solamente il 56% però è avvenuto attraverso il contatto con un avversario. Una percentuale molto simile (53%) è stata riportata in una casistica Statunitense (5). Inoltre, se si vanno a escludere i "contatti indiretti", in cui la forza traumatica agisce su un distretto corporeo distante dal ginocchio lesionato, la percentuale di infortuni causata esclusivamente da "traumi diretti" sul ginocchio lesionato si riduce ulteriormente al 35%. Pertanto il 65% delle lesioni del LCA è avvenuto senza colpi sul ginocchio (Fig. 8). Un *trend* simile è stato suggerito anche dallo studio UEFA eseguito su un campione di calciatori appartenenti ai tornei di

Champions League e Campionati Nazionali Svedese e Norvegese (16).

Ciò suggerisce come possibili carenze tecniche e atletiche, o addirittura predisposizioni anatomiche, possano essere responsabili delle lesioni del LCA. Pertanto protocolli di *screening* e prevenzione dovrebbero essere implementati nella pratica corrente per riconoscere gli atleti a rischio e migliorarne, dove possibile, le qualità individuali (22).

I falli sono responsabili delle lesioni del LCA?

Studi FIFA hanno evidenziato una correlazione tra falli ed infortuni (23, 24). Nella nostra analisi un'azione fallosa è stata rilevata solo nel 32% dei casi; percentuale che sale al 58% se si considerano solo le azioni con contatto giocatore-avversario. Degno di nota il fatto che quasi il 30% dei falli è stato commesso dal giocatore che ha subito l'infortunio. Pertanto il comportamento falloso non è pericoloso solamente per chi lo subisce. Negli ultimi anni è stato riportato un aumento del tasso di infortuni nel calcio, dovuto principalmente ad uno stile di gioco e ad una tecnica di duelli più aggressiva. Ciò suggerisce che, oltre ai programmi individuali di prevenzione degli infortuni, l'educazione al *fair-play* e l'allenamento a situazioni di duello in sicurezza potrebbero offrire un margine di miglioramento nella riduzione dei traumi.

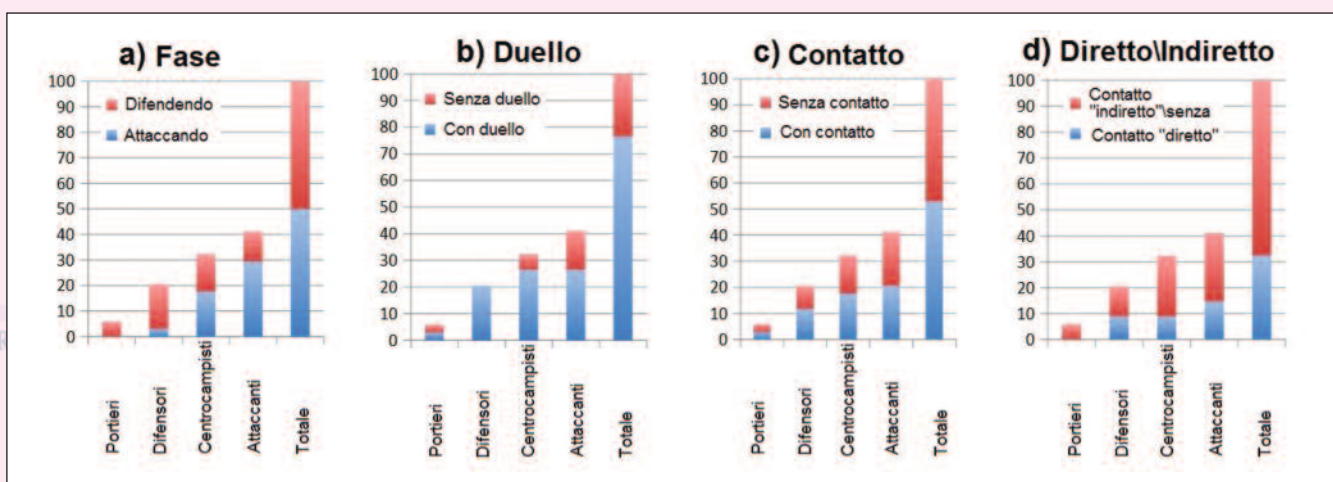


Figura 5 a-d - Caratteristiche delle situazioni di lesioni suddivise per ciascun ruolo, basato sulla fase di attacco o di difesa (a), presenza o assenza di duello (b), presenza o assenza di contatto (c), presenza di contatto "diretto" o di contatto "indiretto"/senza contatto (d).



Figura 6 - Attaccante infortunatosi in area di rigore a causa di un tackle da parte dell'avversario che ha prodotto una forza valgizzante sul ginocchio dell'arto portante, atteggiato in *early-flexion*.

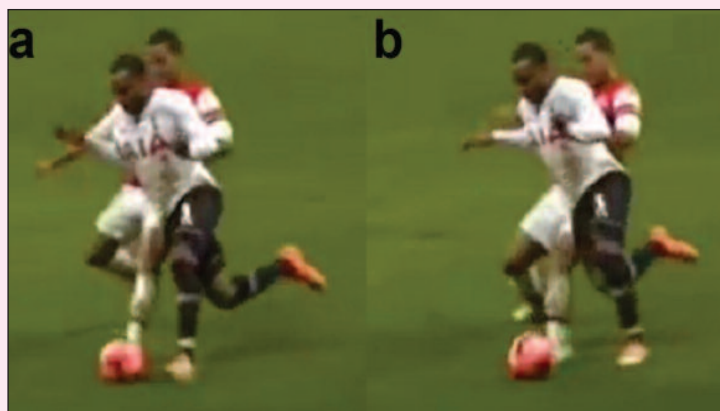


Figura 7 - Attaccante infortunatosi ferito per contatto diretto durante pressing. Nel tentativo di bloccare l'avversario, il ginocchio sinistro della gamba portante viene colpita all'esterno causando un trauma in valgo. Da notare il meccanismo analogo con quello riportato in Figura 1a.



Figura 8 - Centrocampista infortunatosi attraverso un meccanismo senza contatto. Durante un cambio di direzione laterale, il peso del corpo si sbilancia verso l'interno, producendo uno stress in valgo sul ginocchio e una rapida contrazione del quadricipite per mantenere il controllo. Da notare il meccanismo analogo con quello riportato in Figura 1b.

Quali sono i meccanismi di lesione del LCA?

Il *pattern* di lesione più frequente è quello rappresentato da un giocatore con anca in adduzione (65%) e flessione (79%), ginocchio posizionato in valgismo (82%) e *early-flexion* (59%) con piede pronato e ruotato esternamente (56%) (Fig. 9a). Nel 74% dei casi la posizione del corpo risultava mediale rispetto al ginocchio infortunato ed al piede d'appoggio (Fig. 9b). Tale combinazione coincide con i più accreditati modelli di lesione, riportati anche in altri sport.

L'arto dominante è stato interessato da infortunio nel 44% dei casi; considerando però solo le 15 lesioni da non-contatto, la percentuale sale al 67%. Questi dati sono analoghi al 74% riportato nella casistica di Brophy ed altri (4). Ciò potrebbe essere dovuto alle differenze tra l'arto dominante per calciare e quello di sostegno, poiché diversi autori hanno rilevato una maggiore forza ed attività elettromiografica nella gamba non dominante durante le fasi di supporto del calcio (25-29). Il quadricipite dell'arto di appoggio deve infatti sostenere l'oscillazione della gamba dominante durante l'azione del calcio.

Conclusioni

Riassumendo, attraverso una video-analisi delle lesioni del LCA nei calciatori professionisti è possibile evidenziare degli elementi ricorrenti:

- autunno-inverno, con campi duri/asciutti in condizioni non piovose
- minuti iniziali del match
- prossimità delle linee laterali o area di rigore
- pressing o tackle subito, spesso senza contatto sul ginocchio
- ginocchio semiflesso, collasso in valgo, anca abdotta, piede laterale rispetto al busto
- arto dominante.

Analizzando gli infortuni più recenti, è possibile avere la riprova di questi fattori di rischio: Arkadiusz Milik ha lesionato il suo ginocchio destro durante un pressing a pochi metri dalla linea del fallo laterale,

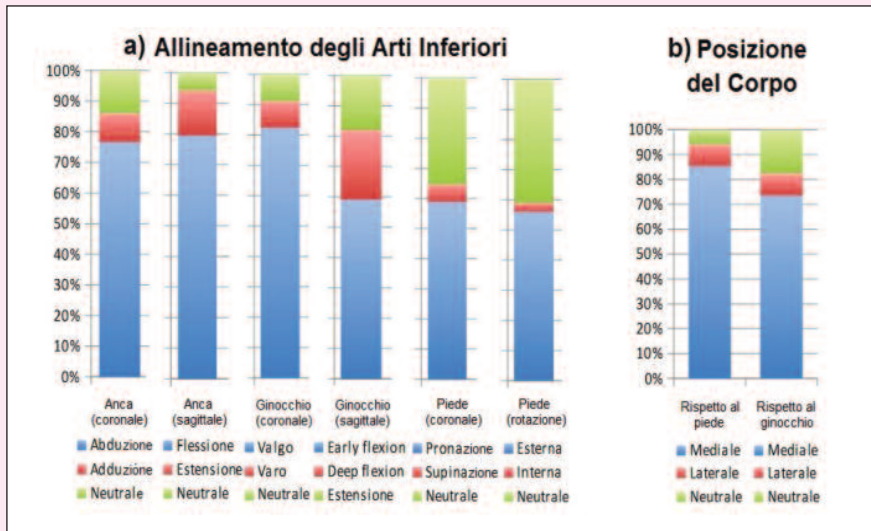


Figura 9 a, b - Rappresentazione visiva dell'incidenza delle posizioni dell'anca, del ginocchio e della caviglia in tempo di lesioni basate sul piano sagittale e coronale (a). Equilibrio corporeo al momento del pregiudizio in base alla posizione del corpo legato al ginocchio o al piede danneggiato (b).

20' dopo il suo ingresso in campo. Marco Tumminiello, centravanti del Crotona, ha subito una lesione del ginocchio destro nel tentativo di stoppare il pallone, dopo soli 3' di gioco. Già ad inizio 2017 il Portiere del Genoa Mattia Perin si infortunò senza traumi diretti in prossimità della linea di porta 8' dopo il fischio d'inizio. Chiaramente, la natura qualitativa della nostra video-analisi, la non sistematicità nella ricerca dei video ed il numero limitato dei video analizzati rendono necessari ulteriori studi per confermare gli interessanti spunti riportati in questo lavoro.

Bibliografia

- Dvorak J, Graf-Baumann T, Peterson L, Junge A. Football, or soccer, as it is called in North America, is the most popular sport worldwide. *Am J Sports Med.* 2000;28(5 Suppl):S1-2.
- Dvorak J, Junge A. Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am J Sports Med.* 2000;28(5 Suppl):S3-9.
- Waldén M, Häggglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:11-19.
- Waldén M, Häggglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:3-10.
- Brophy RH, Stepan JG, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer: A Gender-

- Based Analysis. *Sports Health.* 2015;7(3):244-249.
- Brophy R, Silvers HJ, Gonzales T, Mandelbaum BR. Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *Br J Sports Med.* 2010;44:694-697.
- Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy.* 2007;23:1320-1325.
- Busfield BT, Kharrazi FD, Starkey C, Lombardo SJ, Seegmiller J. Performance outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in the National Basketball Association. *Arthroscopy.* 2009;25(8):825-830.
- Zaffagnini S, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, Tsapralis K, Ricci M, Braganzoni L, et al. Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in professional soccer players. *Knee.* 2014;21:731-735.
- Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005;39:324-329.
- Ebstrup JF, Bojsen-Møller F (2000) Anterior cruciate ligament injury in indoor ball games. *Scand J Med Sci Sports* 10:114-6.
- Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, et al (2010) Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med* 38:2218-25.
- Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, Engebretsen L, Smith G, Slauterbeck JR, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med.* 2007;35:359-367.
- Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic

video analysis. *Am J Sports Med.* 2004;32:1002-1012.

- Cochrane JL, Lloyd DG, Butfield A, Seward H, McGivern J. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *J Sci Med Sport.* 2007;10:96-104.
- Waldén M, Krosshaug T, Bjorneboe J, Andersen TE, Faul O, Häggglund M. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med.* 2015. Doi: 10.1136/bjsports-2014-094573.
- Grassi A, Smiley SP, Roberti di Sarsina T, Signorelli C, Marcheggiani Muccioli GM, Bondi A, Romagnoli M, Agostini A, Zaffagnini S. Mechanisms and situations of anterior cruciate ligament injuries in professional male soccer players: a YouTube-based video analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017 Jan 25. Doi: 10.1007/s00590-017-1905-0
- Azubuikwe SO, Okojie OH. An epidemiological study of football (soccer) injuries in Benin City, Nigeria. *Br J Sports Med.* 2009;43:382-386.
- Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002;36:436-441.
- Rahnama N, Reilly T, Lees A. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med.* 2002;36:354-359.
- Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci.* 1997;15:257-263.
- Grimm NL, Jacobs JC Jr, Kim J, Denney BS, Shea KG. Anterior Cruciate Ligament and Knee Injury Prevention Programs for Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2015;43:2049-2056.
- Ryynänen J, Junge A, Dvorak J, Peterson L, Kautiainen H, Karlsson J, et al. Foul play is associated with injury incidence: an epidemiological study of three FIFA World Cups (2002-2010). *Br J Sports Med.* 2013;47:986-991.
- Ryynänen J, Dvorak J, Peterson L, Kautiainen H, Karlsson J, Junge A, et al. Increased risk of injury following red and yellow cards, injuries and goals in FIFA World Cups. *Br J Sports Med.* 2013;47:970-973.
- Brophy RH, Backus SI, Pansy BS, Lyman S, Williams RJ. Lower extremity muscle activation and alignment during the soccer instep and side-foot kicks. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(5):260-268.
- Capranica L, Cama G, Fanton F, Tessitore A, Figura F. Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 1992;32:358-363.
- Ergün M, İşlegen C, Taşkıran E. A cross-sectional analysis of sagittal knee laxity and isokinetic muscle strength in soccer players. *Int J Sports Med.* 2004;25:594-598.
- McLean BD, Tumilty DM. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br J Sports Med.* 1993;27:260-262.
- Mognoni P, Narici MV, Sirtori MD, Lorenzelli F. Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 1994;34:357-361.