UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

GLI INFORTUNI AGLI ARTI INFERIORI NEL CALCIO, INCIDENZE E PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

Relatore: **Prof.ssa Gandini Silvia**

Laureando: **Costantini Matteo**

N° di matricola: **2083070**

Anno Accademico 2024/2025

INDICE

•**ABSTRACT**

•**INTRODUZIONE**

•**CAP. 1: GLI INFORTUNI NEL CALCIO**

1.1 MODELLO PRESTATIVO DEL CALCIO

1.2 GLI INFORTUNI PIÙ COMUNI

1.3 FATTORI DI RISCHIO GENERALI

•**CAP. 2: LESIONE AGLI HAMSTRINGS**

2.1 INCIDENZA DELL'INFORTUNIO E PROTOCOLLI DI PREVENZIONE

2.2 PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

•**CAP. 3: LESIONE AI QUADRICIPITI**

3.1 INCIDENZA NEL CALCIO RISPETTO AD ALTRI SPORT

3.2 PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

•**CAP. 4: LESIONE AGLI ADDUTTORI**

4.1 INCIDENZA DELL'INFORTUNIO E FATTORI DI RISCHIO ASSOCIATI

4.2 ADDUCTOR SQUEEZE TEST

•**CAP. 5: DISTORSIONE ALLA CAVIGLIA**

5.1 INCIDENZA DELL'INFORTUNIO

5.2 PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

•**CAP. 6: LESIONE LCA**

6.1 INCIDENZA E MECCANISMI DI SVILUPPO DELL'INFORTUNIO

6.2 PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

6.3 STRATEGIE DI PREVENZIONE

• **CONCLUSIONE**

ABSTRACT

La presente tesi, di carattere compilativo, tratta le tipologie di infortunio più comuni agli arti inferiori nel calcio. L'elaborato si basa sull'analisi comparativa di cinque studi osservazionali presenti in letteratura, che indagano le lesioni muscolari ai quadricipiti, hamstrings ed adduttori, le lesioni articolari alla caviglia e quelle legamentose al legamento crociato anteriore.
Per ogni categoria di trauma preso in esame sono stati rappresentati i dati riguardanti l'incidenza media ed in seguito valutati i principali fattori di rischio, intrinseci ed estrinseci, con l'obiettivo di individuare punti in comune e differenze tra le varie lesioni.
La ricerca è stata condotta attraverso l'osservazione di studi basati su analisi video, valutazioni cinematiche e biomeccaniche, che hanno permesso di delineare dei pattern di movimento associati ai diversi traumi.
Dai risultati è emerso che i meccanismi lesivi più frequenti si manifestano in assenza di contatto diretto tra il giocatore infortunato e l'avversario, durante lo svolgimento di azioni rapide ed esplosive, specialmente in condizioni di equilibrio precario, come cambi di direzione e di passo, salti, atterraggi ed arresti, il che è dovuto principalmente a tecniche errate di movimento e debolezza della muscolatura stabilizzatrice, che espongono gli atleti a rischio di lesioni sia nei distretti direttamente coinvolti che in segmenti corporei lontani, in base al concetto di catena cinetica.

INTRODUZIONE

Il termine “Infortunio” indica un evento lesivo, che causa un danno obiettivamente contestabile e che determina un’inabilità, la quale impedisce al giocatore che ne è vittima di partecipare al successivo allenamento o partita (Calimeri A. 2020).

Nessun atleta, nella propria pratica sportiva, è immune all’infortunio e per tale motivo, chiunque lavori nel mondo dello sport deve possedere informazioni utili per la prevenzione. Il calcio è un’attività caratterizzata da continui cambi di direzione e variazioni di intensità, contatti tra giocatori ed elevate sollecitazioni muscolo-articolari. Gli infortuni nel calcio rappresentano quindi un tema di grande interesse, sia per i professionisti del settore medico-sportivo che per allenatori, preparatori atletici e giocatori. Le lesioni possono variare da contusioni superficiali fino a traumi più gravi, come lesioni a legamenti o articolazioni, distrazioni o elongazioni muscolari e fratture. La prevenzione dagli infortuni è quindi un elemento chiave per garantire la sicurezza e la longevità della carriera di un’atleta. “Howden’s 2023/24 Men’s European Football Injury Index”, uno dei principali rapporti sugli infortuni nel calcio europeo maschile pubblicato da Howden, un broker assicurativo globale, illustra che, soltanto nella stagione 2023-24, sono stati 4.123 gli infortuni nei cinque principali campionati europei maschili (Inghilterra, Italia, Spagna, Germania e Francia), con un aumento del 4% rispetto alla stagione precedente ed un costo complessivo per i club di 732,02 milioni di euro (+5%). Nelle ultime quattro stagioni, il numero di calciatori infortunati in questa categoria sale a 14.292, con una spesa totale di 2,3 miliardi di euro. Il report è stato pubblicato in un contesto di crescente preoccupazione per quanto riguarda questo tema, soprattutto per la congestione delle partite, con gli stessi giocatori che si rendono portavoce di questo problema, lanciando l'allarme per il crescente impegno fisico richiesto e la mancanza di un adeguato recupero (Fraser D. et. Al, 2024).

L’obiettivo di questa tesi è analizzare le principali tipologie di infortuni agli arti inferiori nel calcio, evidenziandone le cause ed i loro fattori di rischio, per comprendere anche le possibili strategie di prevenzione. A tal fine, verrà fatta un’analisi qualitativa ed un confronto di dati fra cinque studi scientifici principali che trattano le lesioni muscolari ad hamstrings, quadricipiti e adduttori, articolari alla caviglia e legamentose al LCA, ponendo un focus particolare sui fattori che possano incidere sulla diffusione di tali infortuni.

CAPITOLO 1: GLI INFORTUNI NEL CALCIO

1.1:1\q MODELLO PRESTATIVO DEL CALCIO

Il calcio è una specialità sportiva che richiede abilità motorie non stereotipate (Scotton, 2003), che per sua natura quindi prevede un continuo cambiamento dell'ambiente esterno, il che richiede agli atleti un adeguamento costante durante tutti i loro movimenti e un'attenzione ed attivazione neuromuscolare su diversi aspetti contemporaneamente.
Inoltre, durante una partita, la corsa viene sviluppata a diversi livelli d'intensità: circa il 70% di questa viene percorsa a medio-bassa intensità (velocità <19 km/h), mentre il restante 30%, ad intensità massimale o submassimale (>19 km/h). Dal punto di vista dei meccanismi energetici, il calcio è quindi uno sport ad impegno aerobico-anaerobico alternato, nel quale il meccanismo anaerobico è coinvolto nelle fasi attive di gioco (sprint massimali o submassimali, 30%), mentre quello aerobico prevalentemente nelle fasi di recupero (corsa blanda o camminata, 70%). La fase di gioco che maggiormente ci interessa, trattando l'eziologia degli infortuni, è chiaramente quella di gioco attivo, caratterizzata da brevi accelerazioni ad intensità elevata, continui cambi di direzione, variazioni di intensità e contrasti tra i giocatori, che mettono a dura prova le strutture neuromuscolari, tendinee ed osteoarticolari.

1.2: GLI INFORTUNI PIÙ COMUNI

Definito il modello prestativo, possiamo comprendere già inizialmente come i continui cambi di direzione e di passo, i salti e le ricadute, i contrasti, ed i diversi tipi di campo da gioco, aggiunte alla continua attivazione neuromuscolare necessaria all'adattamento nell'ambiente in continuo divenire durante la performance, portino un elevato stress fisico nei giocatori, sia che essi siano professionisti, dilettanti o amatori, giovani o più esperti.
Secondo la revisione ad ombrello di Genovesi F. et Al., 2025, effettuata su 46 revisioni sistematiche riguardanti l'incidenza degli infortuni nel calcio, le aree del corpo maggiormente colpite sono in primis il ginocchio, seguite poi soprattutto da caviglia e coscia. In particolare, è emerso che gli infortuni più comuni tra i calciatori professionisti di alto livello sono quelli muscolari, che costituiscono circa un terzo del totale delle assenze. Di questi, quelli più frequenti e, ancora oggi, in forte aumento, sono quelli riguardanti il comparto muscolare della coscia, con una netta prevalenza di lesioni ai muscoli posteriori (ischiocrurali).
Questa tesi verterà sulle principali lesioni che intaccano gli arti inferiori, sia dal punto di vista muscolare, che articolare o legamentoso, cercando di capirne i fattori di rischio e le eventuali strategie di prevenzione.

1.3: FATTORI DI RISCHIO GENERALI

Un passaggio fondamentale nello sviluppo di strategie preventive è comprendere i principali meccanismi lesivi. Per fare ciò, Della Villa F. et Al., 2023, hanno effettuato uno studio osservazionale retrospettivo descrittivo basato su un'analisi video sistematica dei 103 calciatori di Serie A maschile che hanno avuto infortuni muscolari gravi (tempo di stop >28 giorni) agli arti inferiori dalla stagione 2018/19 alla 2020/21 per poi farle valutare da medici dello sport, per identificare meccanismi biomeccanici e situazioni di gioco più frequentemente associate a questi infortuni.
L'analisi ha mostrato che, sebbene ogni gruppo muscolare abbia meccanismi situazionali di infortunio distinti, l'88% degli infortuni gravi agli arti inferiori si è manifestato durante:
• Corse a velocità moderate/elevate, cioè azioni che implicano elevate attivazioni degli ischiocrurali e lavoro muscolare negativo.

• Accelerazioni e decelerazioni, che interessano soprattutto i gastrocnemi a causa di forze elevate che attraversano il tricipite della sura a lunghezze muscolari elevate.
• Eccessivo allungamento in catena cinetica chiusa, soprattutto decelerazioni intense, con elevate forze eccentriche ad elevate lunghezze muscolari, che colpiscono soprattutto ischiocrurali e gastrocnemi.
• Eccessivo allungamento in catena cinetica aperta, il che significa che il muscolo viene allungato oltre il proprio ROM fisiologico, andando così a stressare soprattutto ischiocrurali e gastrocnemi.
• Fase di calcio, causa principale per quadricipiti e adduttori per via dell'elevata attivazione ed allungamento, soprattutto nella fase di caricamento posteriore con rapida transizione dalla fase eccentrica a quella concentrica.

Questo studio includeva anche una fase di colloquio con gli atleti osservati, in modo tale da comprenderne la storia clinica. Un elemento fondamentale infatti per poter prevedere il rischio di infortunio sono i precedenti infortuni e le metodiche di riatletizzazione, in quanto le ricadute sono state identificate dallo studio come una delle cause più comuni di infortunio nei calciatori, dovute a sovraccarichi e stress ripetuti senza un adeguato tempo di recupero.
Un altro aspetto di dibattito comune è la superficie di gioco, e l'incidenza di infortuni nei campi ad erba sintetica rispetto a quelli ad erba naturale. La meta-analisi condotta da Kuitunen I. et al., 2023, tratta questo argomento comparando 22 studi di coorte sulla superficie di gioco dei campi da calcio, ottenendo come risultati principali la generale riduzione di infortuni su campi ad erba artificiale di III generazione rispetto all'erba naturale, soprattutto per quanto riguarda le lesioni da non contatto e le lesioni muscolari.
Per prevenire determinati infortuni è fondamentale il condizionamento pre-stagionale, basato su principi di forza e potenza, regolati sulle sensazioni e sul carico interno soggettivo dell'atleta, pianificare recuperi adeguati tra le gare (72-96 ore raccomandate) e monitorare eventuali segni di burnout (Della Villa F. et Al., 2023).

CAPITOLO 2: LESIONE AGLI HAMSTRINGS

2.1: INCIDENZA DELL'INFORTUNIO E PROTOCOLLI DI PREVENZIONE

Si definisce l'infortunio ai muscoli posteriori della coscia come un trauma da distrazione o da sovraccarico al complesso muscolo-tendineo del bicipite femorale, semitendinoso o semimembranoso. (Ekstrand, J. et. Al., 2016). Gli infortuni a questo comparto muscolare sono i più frequenti nei calciatori, rappresentando il 37% di tutte le lesioni muscolari, stimando che, per una squadra di 25 giocatori, in media ci sono circa 5-6 infortuni di questo genere ad ogni stagione, pari ad oltre 80 giorni di stop dall'attività.

L'allenamento della forza muscolare eccentrica di questo gruppo è stato promosso come metodo per prevenire queste lesioni (Calimeri A. 2020). In particolare, l'allenamento eccentrico con il "Nordic Hamstring Exercise" (NHE) ha ridotto significativamente l'incidenza, sia nei giocatori d'élite, che in quelli sub-élite e amatoriali. Tuttavia l'adozione e l'implementazione del programma di esercizi NH nel calcio professionistico maschile europeo è ancora troppo bassa per aspettarsi un impatto effettivo sui tassi di infortunio (Bahr R. et Al., 2015).

L'articolo di riferimento per questo capitolo è l'ampio studio prospettico di coorte finanziato dalla UEFA di Ekstrand J. et Al., 2016, che descrive l'andamento temporale, le tipologie e le dinamiche degli infortuni agli ischiocrurali nei calciatori professionisti maschili europei dal 2001 al 2014, disponendo dei dati di più di 5000 giocatori. Da questa enormità di campioni, sono emersi 1614 infortuni agli ischiocrurali, dei quali la maggior parte è insorto in forma acuta (66%) e con una gravità moderata (54%), portando ad una media di 17 giorni di riposo forzato. Inoltre, il 65% degli infortuni si è manifestato durante una partita, indicando così la probabile influenza dell'intensità e di fattori neuromuscolari nell'insorgenza di tale lesioni.

In media, il 21.8% dei giocatori subisce almeno un infortunio ai muscoli posteriori della coscia in una stagione. Ed è importante soprattutto notare come il 13% degli infortuni registrati fossero recidive manifestatesi entro 2 mesi dal ritorno in campo.

Da questi dati si evince che, nonostante l'implementazione di esercizi e protocolli preventivi, il tasso di infortuni non è calato, anzi, in alcuni casi è addirittura aumentato. Questo fenomeno è spiegato nell'articolo citato come conseguenza del fatto che l'aumento dell'intensità di gioco, in partita ed in allenamento, abbia rallentato o annullato l'efficacia del protocollo preventivo, oppure

ha influito anche la mancanza di applicazione dei protocolli stessi, spesso a causa di resistenza da parte di allenatori o giocatori stessi.
Di conseguenza, l'articolo mette in luce anche l'importanza di una piena collaborazione tra staff e squadra, che abbia una chiara comprensione degli obiettivi e delle strategie da applicare per raggiungerli, in modo tale da collaborare sinergicamente per colmare il divario tra ricerca e pratica.

2.2: PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

Ekstrand, J. et. Al., 2016, dimostrano che l'infortunio ai muscoli posteriori della coscia è solitamente associato a rapide accelerazioni, decelerazioni e cambi di direzione durante sprint massimali o durante dei salti, confermando il meccanismo situazionale di un'azione rapida ed esplosiva come fattore predisponente a lesione.
Lo studio trasversale di Ribeiro-Alvares J. et Al., 2020 condotto su 101 calciatori maschi, professionisti e ragazzi di squadre giovanili professionistiche Under-20, ha l'obiettivo di valutare e stabilire i principali fattori di rischio per lo sviluppo di un infortunio agli hamstrings, tramite una serie di analisi, comprendenti dei questionari su precedenti infortuni di qualsiasi genere, esame clinico ad ultrasuoni per valutare la struttura e la forma dei muscoli ischiocrurali, Passive Straight Leg Raise Test (PSLR) per valutare la capacità estensoria degli hamstrings, movimenti funzionali dettati dal protocollo FMS (Functional Movement Screen) ed un'analisi dinamometrica isocinetica per valutare la capacità di espressione della forza del compartimento muscolare trattato.
I risultati emersi dai questionari sono stati che i fattori di rischio non modificabili interessati alle lesioni degli hamstrings riguardano soprattutto i precedenti infortuni a questo comparto muscolare ed alle zone adiacenti ad essi (quadricipite, polpaccio, anca, adduttori e LCA). Come si poteva immaginare, i professionisti hanno una prevalenza maggiore di precedenti infortuni ai posteriori della coscia rispetto ai giocatori Under-20. Nonostante ciò, è interessante notare che non sono state riscontrate differenze tra i due gruppi in tutti gli altri test di screening, pertanto, i dati dei calciatori professionisti e degli Under-20 sono stati presentati come un unico campione significativo.
Dagli esami ad ultrasuoni è stato osservato che la lunghezza del fascicolo muscolare del bicipite femorale risulta un importante fattore di rischio intrinseco, infatti i giocatori con un rapporto tra la lunghezza del fascicolo e la lunghezza totale del ventre muscolare < 0,25 presentano un rischio 3,7

volte maggiore di subire una lesione a questo comparto durante una stagione rispetto a quelli con una lunghezza relativa ≥ 0,25.

Per quanto riguarda la mobilità e la capacità flessoria, nel PSLR Test sono stati considerati un fattore di rischio angoli di movimento < 90°, mentre nel movimento funzionale di Active Straight Leg Raise (ASLR), ovvero il sollevamento attivo della gamba tesa, è stato considerato un dato allarmante un punteggio <2, che quindi, considerando la scala di valutazione graduale da 0 a 3 del protocollo FMS indica, un movimento che, non potrebbe essere eseguito senza importanti modelli di compensazione (punteggio pari ad 1), oppure un movimento che non riesce ad essere completato in quanto l'individuo riferisce dolore durante qualsiasi movimento in esame (punteggio pari a 0). (Cook G., Burton L., 2010)

Per quanto riguarda gli altri test del protocollo FMS, utili per valutare la cinematica del movimento e la stabilizzazione da parte del tronco nei giocatori, sono stati sempre assunti come indicatori di deficit del movimento, e quindi predittivi di un fattore di rischio punteggi <2 nei test di Deep Squat (test dello Squat profondo, per osservare la mobilità di anche, caviglie e stabilità del tronco), Hurdle Step (test del passo ad ostacolo, valuta la stabilità degli arti inferiori, la mobilità dell'anca e la coordinazione) e In-line lunge (test dell'affondo in linea, giudica l'equilibrio e la stabilità di tronco, spalle, anche, ginocchia e caviglie).

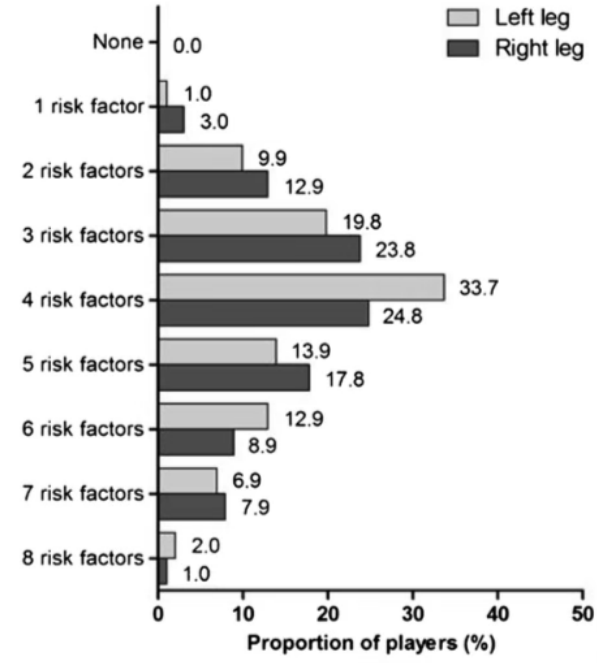
Inoltre, deficit nella stabilità del core venivano identificati con punteggi <2 nel Trunk stability push-up (stabilità attiva del tronco durante un movimento di push-up) e nel Rotatory stability (test della stabilità rotatoria di anche, tronco e spalle durante un movimento contemporaneo di rotazione degli arti superiori ed inferiori).

Infine, dall'analisi dinamometrica isocinetica, sono emersi come fattori di rischio dei deficit di forza concentrica e/o eccentrica del bicipite femorale, comprendendo come tali quando una gamba mostrava un deficit >15% rispetto alla gamba opposta (asimmetria bilaterale), ed il rapporto convenzionale (rapporto tra la forza di flessione e quella di estensione del ginocchio) e/o funzionale (collaborazione e coordinazione dei muscoli osservati durante un movimento) tra hamstrings e quadricipiti (H/Q), nei quali punteggi <0,6 sono stati considerati un fattore di rischio per il rapporto convenzionale, mentre per il rapporto funzionale, sono stati considerati fattori di rischio valori <0,9.

La tabella rappresenta la distribuzione dei fattori di rischio sui 101 calciatori analizzati.

I risultati mostrano che tutti quelli testati presentano almeno un fattore, e addirittura il 66% dei

testati ne presenta da 3 a 5 per gamba, pertanto si comprende l'importanza dell'adozione di un protocollo di test completo e basato sulle evidenze per identificare i giocatori più vulnerabili.
In particolare, la debolezza eccentrica degli ischiocrurali è il fattore di rischio più comune, ma bisogna inoltre prestare attenzione ai deficit di flessibilità, stabilità del core, movimenti funzionali e lunghezza dei fasci muscolari.
La storia clinica è invece un fattore di rischio non modificabile che non deve essere trascurato, perciò i giocatori con infortuni pregressi dovrebbero ulteriormente lavorarci per ridurre eventuali deficit nei fattori di rischio modificabili.



Tab. 1 Distribuzione dei fattori di rischio simultanei nei calciatori (Ribeiro-Alvares J. et Al., 2020)

CAPITOLO 3: LESIONE AI QUADRICIPITI

3.1: INCIDENZA DELL'INFORTUNIO

Il quadricipite è un muscolo situato nella loggia anteriore della coscia ed è composto da 4 capi: vasto mediale, vasto laterale, vasto intermedio e retto femorale.
I tre vasti sono monoarticolari e agiscono solamente a livello del ginocchio, mentre il retto femorale è biarticolare e quindi ha la duplice funzione di estendere il ginocchio e di flettere l'anca. Per questo motivo il retto femorale è quello maggiormente esposto a rischio di tensioni e lesioni in quanto è coinvolto in movimenti esplosivi che richiedono contrazioni energiche per controllare sia i movimenti del ginocchio che dell'anca.
La prevalenza di ventri monoarticolari in questo muscolo fa si che il tasso relativo a questo tipo di infortunio, comparato con la lesione agli hamstrings, i quali invece sono composti da tre capi biarticolari, è stato rilevato essere quasi 3 volte inferiore (Genovesi F. et Al., 2025).
Quindi, come indicato dallo studio di Genovesi F. et Al., 2025, l'infortunio muscolare ai quadricipiti, seppur meno frequente rispetto ad altri infortuni agli arti inferiori, è comunque una lesione importante e delicata, che rappresenta il 19% del totale degli infortuni muscolari nei calciatori professionisti.
Uno studio epidemiologico osservazionale retrospettivo di tipo descrittivo effettuato da Eckard T.G. et. Al., 2017, che ha raccolto e comparato i dati sui giovani sportivi americani della NCAA (National Collegiate Athletic Association) in 25 sport differenti, ha dimostrato come lo sport con maggior frequenza di questa lesione sia il calcio, sia a livello maschile che femminile, con il 38% dell'incidenza totale. Da questi dati inoltre si evince come la maggior parte delle lesioni avvenga durante gli allenamenti, in particolare della pre-season, ulteriore indice della probabile correlazione tra l'attivazione neuromuscolare, deficit di carico dati dalla post-season e la manifestazione di fattori di rischio impattanti sullo sviluppo di infortuni.

3.2: PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

Le lesioni, ed in particolare gli stiramenti al comparto anteriore della coscia, avvengono principalmente tramite meccanismi di non contatto o di sovraffaticamento ed in seguito ad una contrazione esplosiva che permetta di effettuare un movimento simultaneo di ginocchio ed anca. Fousekis K., et. Al., 2010, nel loro studio prospettico di coorte, si concentrano principalmente sulla valutazione composita di diversi fattori di rischio simultaneamente negli arti inferiori dei calciatori professionisti con lo scopo di determinare se gli effetti combinati di varie asimmetrie siano collegati ad un aumento del rischio di stiramenti muscolari non da contatto agli arti inferiori nei calciatori professionisti. Questo studio, seppur datato, è stato preso in considerazione in quanto, a differenza di altri che si sono concentrati solo su singoli fattori, valuta globalmente un insieme di variabili indipendenti, che, valutate assieme permettono di identificare in modo chiaro i principali fattori di rischio che influiscono sugli stiramenti dei quadricipiti.

L'indagine analizza 100 calciatori professionisti che non hanno avuto infortuni per almeno i 6 mesi precedenti all'inizio delle valutazioni. I giocatori avevano un'età compresa tra 19,4 e 27,8 anni, un'altezza tra 172,04 e 183,32 cm, un peso tra 67,4 e 79,28 kg e un'età di esperienza professionistica tra 5,90 e 11,52 anni.

Tutti questi soggetti sono stati sottoposti ad una valutazione pre-stagionale della forza muscolare isocinetica degli arti inferiori, flessibilità, stabilità articolare, coordinazione neuromuscolare e caratteristiche antropometriche e successivamente sono stati monitorati per i 10 mesi seguenti.

La tabella 2 rappresenta i dati raccolti sui 100 giocatori esaminati per quanto riguarda le asimmetrie di forza, nelle quali solo 11 calciatori hanno mostrato un profilo di forza muscolare isocinetica normale (asimmetrie <15%), mentre asimmetrie muscolari clinicamente rilevanti (≥15%) sono state rilevate nel 68% dei giocatori durante una contrazione concentrica e nel 73% dei giocatori durante la fase eccentrica. 13 calciatori hanno dichiarato pregresse lesioni ai quadricipiti, di cui 7 sono state riportati come stiramenti muscolari non traumatici, e 16 hanno mostrato asimmetrie nella flessibilità di questi muscoli.

Characteristics	No of variables	Players (%) with asymmetries
Specific somatometric asymmetries	2	32
Functional leg length (right–left≥1.8 cm)	1	29
Mid-thigh girth (right–left≥1.5 cm)	1	20
Knee laxity (right–left≥2 mm)	1	34
Proprioception asymmetries (right–left≥15%)	1	54
Myodynamic asymmetries (right–left≥15%)	14	89
Concentric strength	8	68
Eccentric strength	6	73
Quadriceps concentric strength	3	17
Quadriceps eccentric strength	2	20
Hamstrings concentric strength	3	34
Hamstrings eccentric strength	2	47
Functional isokinetic strength ratio (180°/s)	1	39
Flexibility asymmetries (right–left>6°)	3	49
Quadriceps flexibility	1	16
Hamstrings flexibility	1	38
Previous strains	3	49
Previous quadriceps strain	1	13
Previous hamstrings strain	1	33

Tab. 2 Dati raccolti sulle asimmetrie di forza su quadricipiti e hamstrings (Fousekis K., et. Al., 2010)

Grande importanza è stata data, oltre alle asimmetrie di forza concentrica o eccentrica pura, anche alle asimmetrie eccentrico-funzionali (condizione di significativa differenza nella forza e nel controllo muscolare durante la contrazione eccentrica tra i due lati del corpo) e di flessibilità, soprattutto se accompagnata da un rapporto squilibrato tra le forze espresse da questo muscolo e quelle espresse dai suoi muscoli antagonisti, gli hamstrings.

L'articolo perciò pone il focus dell'indagine sull'incidenza nei fattori di rischio per le lesioni al quadricipite che hanno le asimmetrie di forza tra due emiparti. Inoltre viene confermata l'importanza e l'efficacia che hanno i programmi di riscaldamento attivo prima dell'attività ed allungamento post-attività per aumentare la flessibilità del comparto muscolare analizzato, in modo da ridurre gli altri principali fattori di rischio individuati, ossia la rigidità e le asimmetrie di lunghezza. (Fousekis K., et. Al., 2010)

CAPITOLO 4: LESIONE AGLI ADDUTTORI

4.1: INCIDENZA DELL'INFORTUNIO E FATTORI DI RISCHIO ASSOCIATI

Un altro infortunio molto frequente nel calcio è quello riguardante la zona dell'inguine, con un incidenza media dai 2 ai 4 calciatori per squadra a stagione, rappresentando un tasso dal 14 al 18% degli infortuni totali. Di questi, due terzi sono legati alle lesioni dei muscoli adduttori dell'anca, di cui il muscolo adduttore lungo è coinvolto nel 90% di questi casi.

Serner A. et. Al, 2019, nel loro studio osservazionale retrospettivo descrittivo, basato su un'analisi video sistematica, hanno descritto e classificato i meccanismi di infortunio acuto al muscolo adduttore lungo nei calciatori professionisti uomini, attraverso delle dettagliate analisi video revisionate in seguito da cinque diversi professionisti della medicina sportiva, descrivendone meccanismi, situazioni di gioco e posizione del corpo nel momento della lesione, andando così oltre alle precedenti analisi che non erano riuscite ad utilizzare le riprese video per valutarne i meccanismi di danno.

Le analisi effettuate hanno confermato che la maggior parte degli infortuni acuti agli adduttori avviene durante un calcio o un cambio di direzione, ed inoltre hanno individuato che la maggior parte degli infortuni all'adduttore lungo ha colpito gli atleti a seguito di situazioni da non contatto (71%), nella prima mezz'ora della partita (65%), con una prevalenza di distribuzione nella fase difensiva (53%), soprattutto durante la fase di corsa (82%), ed in particolare nelle situazioni di reazione rapida ai cambi di gioco e direzione e con il giocatore in squilibrio (COP al di fuori della base di appoggio). Le azioni più frequenti al momento dell'infortunio sono state i cambi di direzione (35%), i calci (29%), gli allungamenti (24%) ed i salti (12%).

Le situazioni di cambio di direzione includevano angoli sia <45° che >90° verso il lato della gamba non infortunata. In un cambio di direzione rapido ed imprevisto, l'attività muscolare dell'adduttore lungo è massima durante la fase di carico del peso e rimane elevata fino alla spinta finale. Considerando il movimento di estensione, abduzione ed extrarotazione dell'anca, è probabile che queste lesioni si verifichino mentre l'adduttore lungo è in fase di massimo allungamento. Pertanto, l'attivazione muscolare rapida combinata con l'allungamento dell'unità muscolo-tendinea rappresenta l'elemento chiave che porta alla lesione.

Le azioni di calcio analizzate invece comprendevano sia passaggi (brevi e lunghi) che tiri, indicando così che concentrarsi solo sui calci massimali è insufficiente.
Le lesioni da calcio sono state considerati gesti a catena cinetica aperta (CCA), che includono un movimento diagonale di flesso-estensione, adduzione-abduzione ed extrarotazione d'anca. Durante un calcio con il collo del piede, l'attivazione massima dell'adduttore lungo si verifica nella fase di oscillazione all'indietro dell'arto (backswing), mentre la massima lunghezza si osserva nella fase di massima estensione dell'anca (leg cocking). Queste fasi, nel complesso, durano meno di 200 ms, perciò il rapido passaggio da estensione a flessione dell'anca è l'elemento che può mettere l'adduttore lungo più a rischio di stiramento acuto. Questo è valido anche per le lesioni da salto, che sembrano seguire un movimento a CCA comparabile.
In generale quindi, il meccanismo prevalente è quello di rapida attivazione muscolare durante un allungamento veloce del muscolo. Nei movimenti a CCA, questo si verifica nelle decelerazioni, nei cambi di direzione e nei calci, mentre nei movimenti a CCC avviene durante il controllo della propulsione del tronco.
Di conseguenza, aumentare la capacità dell'adduttore lungo di tollerare carichi rapidi in posizione di allungamento è un elemento chiave per la sua prevenzione. Questa capacità può essere sviluppata tramite l'allenamento eccentrico, il quale, si ipotizza, induca un rimodellamento della matrice extracellulare, con l'aggiunta di sarcomeri in serie, portando così ad un aumento della lunghezza dei fasci muscolari. Questo comporterebbe una riduzione della tensione passiva totale, cioè la forza che il muscolo esercita quando viene allungato senza l'intervento della contrazione attiva.
Inoltre, molte lesioni sembrano essere influenzate dalla vicinanza di un avversario, il che determina un processo decisionale rapido, aumentando potenzialmente il rischio lesivo. Lo studio in questione quindi ipotizza che delle proposte interessanti potrebbero prevedere anche l'inserimento di azioni reattive o non pre-programmate nel disegno di allenamento, necessitando però di ulteriori analisi ed uno studio effettivo su questa metodologia d'allenamento.

4.2: ADDUCTOR SQUEEZE TEST

È evidente dalla ricerca di Serner A. et. Al, 2019 quindi come una ridotta forza isometrica degli adduttori o uno scarso rapporto di forza adduttori/abduttori siano stati associati ad un maggiore rischio di infortunio. Per poter prevedere e quindi prevenire ciò è stato preso in considerazione l'Adductor Squeeze Test, un metodo semplice, economico e affidabile per valutare la forza degli adduttori, ampiamente utilizzato nel calcio ed anche in altri sport.
V. Moreno-Pérez et. Al, 2019, nel loro studio prospettico di coorte, osservano l'associazione tra la forza espressa dagli adduttori, misurata con l'Adductor Squeeze Test, e l'incidenza di infortuni all'inguine durante una stagione agonistica di calcio d'élite.
L'Adductor Squeeze Test si esegue con il giocatore disteso in posizione supina, con ginocchia piegate a 90° e piedi mantenuti a larghezza del bacino. Da questa posizione l'operatore inserisce tra le cosce dell'atleta un dinamometro portatile ed il soggetto testato dovrà effettuare delle contrazioni massimali in adduzione, stringendo tra le proprie cosce il dinamometro. Nel caso dell'articolo analizzato veniva chiesto ai 70 calciatori di effettuare 3 contrazioni di 5 secondi ciascuna con 3 minuti di recupero tra una e l'altra. La forza calcolata è stata espressa sia in valori assoluti (N) sia relativi alla massa corporea (N/kg), in modo da avere dati quanto più completi e indicativi possibili.
Nella stagione relativa a quella dell'Adductor Squeeze Test pre-stagionale, sono stati registrati 18 infortuni all'inguine, tutti questi giocatori avevano riscontrato forza assoluta e/o relativa significativamente più basse della media:

- Assoluta: 429,8 ± 100 N (infortunati) vs 564 ± 58,7 N (sani)
- Relativa: 5,40 ± 1,27 N/kg (infortunati) vs 7,71 ± 0,89 N/kg (sani)

Da questi valori, sono state identificate delle soglie significative per poter individuare dei possibili fattori di rischio per quanto riguarda l'infortunio ai muscoli adduttori della coscia, cioè valori <465,33 N di forza assoluta (aumento del 72% del rischio di infortunio) e <6,971 N/kg di forza relativa (aumento del 83% del rischio di infortunio).

CAPITOLO 5: DISTORSIONE ALLA CAVIGLIA

5.1: INCIDENZA DELL'INFORTUNIO

Un altro segmento corporeo molto colpito da infortuni nel calcio è la caviglia, che rappresenta tra il 17% e il 20% degli infortuni agli arti inferiori totali per stagione.
Secondo Fousekis et al., la caviglia è responsabile dell'assorbimento dei carichi meccanici derivanti sia dall'interazione del giocatore con il terreno sia dal contatto diretto con l'avversario. Queste condizioni rendono, in particolare l'articolazione tibio-tarsica, suscettibile a infortuni, quali distorsioni e lesioni legamentose.
Le distorsioni sono, tra queste, le lesioni più comuni, e, soprattutto, se trascurate o mal curate, hanno l'80% di probabilità di recidiva e il 72% di progressione verso un'instabilità cronica, con la conseguenza di un aumento del tempo di assenza dell'atleta, sia per il numero di infortuni che per la gravità degli episodi.
Lo studio di coorte realizzato da Manoel, L. S. et Al., in accordo con la letteratura, ha individuato la caviglia come l'articolazione più colpita da lesioni durante l'attività calcistica, e per questo ha incluso un campione di 89 calciatori per valutare l'incidenza di questo infortunio durante tutta la stagione sportiva. Sono stati inclusi i giocatori professionisti che svolgevano attività a livello competitivo con un carico di allenamento dalle 3 alle 5 ore al giorno per 5 giorni a settimana da almeno 2 anni, e sono stati esclusi coloro che presentavano disturbi muscolo-scheletrici acuti al momento della valutazione preventiva.
Da questo studio sono state registrate 16 distorsioni non traumatiche alla caviglia durante il periodo competitivo, di queste, il 71% sono avvenute in partita, per l'80%, senza contatto diretto con l'avversario, ed il 14% di queste sono state registrate come lesioni gravi.
Questa osservazione ci conferma che, come per gli infortuni muscolari precedentemente analizzati, la maggior parte degli eventi lesivi si verifica durante la partita, riflettendo l'influenza che l'intensità fisica data dalla competizione ha sul corpo degli atleti, e senza contatto diretto, comprendendo quindi l'effetto che hanno deficit neuromuscolari e/o propriocettivi sullo sviluppo di infortuni di questo tipo.

5.2: PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

Lo studio prospettico di coorte di Manoel, L. S. et Al. 2020, parte dal presupposto, definito dalla letteratura precedente (Liporaci RF, 2018), che pregressi infortuni alla caviglia inducano cambiamenti intrinseci, come deficit di forza muscolare e del controllo neuromuscolare della caviglia e tempi di risposta ritardati. Queste carenze sono spesso direttamente correlate all'aumento del rischio di nuovi infortuni sportivi, il che può spiegare la maggiore probabilità di recidiva di distorsione dopo il primo episodio lesivo.

Con l'obiettivo di identificare i fattori di rischio globali che possano predisporre i calciatori professionisti alle lesioni della caviglia, in questa ricerca è stato eseguito uno studio sulle influenze che i deficit posturali, muscolari, di forza, di equilibrio e del controllo neuromuscolare hanno nell'aumento del rischio di una lesione all'articolazione della caviglia su un campione di 89 calciatori professionisti che non presentavano disturbi muscoloscheletrici al momento della valutazione, e con un livello di allenamento dalle 3 alle 5 ore giornaliere per 5 giorni a settimana da almeno 2 anni.

Per quanto riguarda le prestazioni della forza muscolare, lo studio ha utilizzato la dinamometria isocinetica dei muscoli flessori plantari e dorsali per valutare diversi fattori di rischio associati alle distorsioni della caviglia. Questi test sono stati impostati con 5 ripetizioni massimali, a velocità angolare di 30°/s (lenta) e 15 ripetizioni massimali a 120°/s (veloce), sempre in modalità concentrica, con 60 secondi di recupero tra le due prove. I parametri assoluti valutati erano il picco di coppia (N·m), picco di coppia normalizzato per peso corporeo (N·m/kg), lavoro totale (J) e potenza media (W), utili sia per avere dati significativi sull'espressione di forza, che anche per avere dei paragoni tra i muscoli agonisti e antagonisti e poter osservare delle asimmetrie di carico tra un lato e l'altro.

Oltre alla dinamometria isocinetica, lo studio ha utilizzato anche alcuni test funzionali, così da poter analizzare la totalità dei compiti richiesti nello sport ed identificare variazioni che potrebbero compromettere la funzionalità dell'arto, quali asimmetrie di forza, deficit di flessibilità, alterazioni posturali e deficit di equilibrio.

I test utilizzati in questo ambito sono stati il Y-Balance Test (YBT), che valuta l'equilibrio monopodalico ed il controllo neuromuscolare in dinamica degli arti inferiori, eseguito tramite una posizione monopodalica, dove l'atleta deve mantenere il piede di appoggio fisso al centro di una

figura ad Y, mentre con la punta dell'altro piede deve cercare di raggiungere la massima distanza possibile nelle direzioni anteriore, posterolaterale e posteromediale, ed il Dorsiflexion Lunge Test (DLT), eseguito con carico sull'arto posto anteriormente in una posizione di lunge (affondo sagittale), mantenendo il ginocchio appoggiato al muro ed inizialmente anche la punta del piede con il tallone ben saldo a terra, da qui l'atleta deve spostare il piede dal muro facendolo scivolare all'indietro, senza perdere il contatto del ginocchio con il muro né il contatto del tallone con il pavimento ed infine viene misurata la distanza massima tra piede e muro.

Infine, per quanto riguarda le valutazioni fisiche dei soggetti analizzati, sono stati presi in considerazione dati antropometrici derivanti da un'anamnesi iniziale, indice di massa corporea (BMI) e la storia clinica di ogni atleta. I risultati hanno ulteriormente dimostrato, come già visto per gli infortuni muscolari trattati nei precedenti capitoli, che asimmetrie superiori al 15% tra i gruppi muscolari o tra la componente destra e quella sinistra dello stesso segmento corporeo, siano uno dei fattori scatenanti più comuni per lo sviluppo delle lesioni.

Inoltre, per quanto riguarda le altre variabili analizzate da questo studio, il BMI si è rivelato come una delle principali cause legate agli infortuni non traumatici alla caviglia, con un rischio relativo di 8,16 in atleti con BMI >25, dato che riflette una condizione di sovrappeso (tabella BMI, Merck et. Al., 2025), questo probabilmente per via di un sovraccarico tendineo e legamentoso specialmente durante movimenti rapidi e complessi. Altri dati molto significativi sono emersi dall'analisi dei test funzionali di YBT, dove una differenza superiore ai 4 cm tra gli arti o una valutazione complessiva del test inferiore al 94% riflette un aumento del rischio di infortunio fino a 2,5 volte rispetto ad un utente con risultati all'interno del range di normalità, e di DLT, dove distanze superiori ai 9-10 cm vengono considerate indice di un deficit nella dorsiflessione e quindi identificato come fattore di rischio tangibile. Per quanto riguarda la dinamometria isocinetica, invece, si è rivelata non poter individuare una correlazione diretta tra la forza muscolare isolata di un distretto e l'incidenza di infortuni alla caviglia, per entrambe le velocità utilizzate durante il test.

La mancata influenza della dinamometria isocinetica nella ricerca di fattori di rischio, secondo gli autori, conferma però l'efficacia del risultato di questo articolo nel dimostrare che la prevenzione da lesioni della caviglia necessita di un'analisi multifattoriale più ampia, che comprenda parametrici fisici globali e non unicamente variabili isolate come la sola forza muscolare o la sola escursione articolare.

CAPITOLO 6: LESIONE LEGAMENTO CROCIATO ANTERIORE

6.1: INCIDENZA E MECCANISMI DI SVILUPPO DELL'INFORTUNIO

La lesione del legamento crociato anteriore (LCA) è un problema di salute grave (definito con prognosi superiori alle 4 settimane di assenza dal gioco) e preoccupante tra i calciatori, in quanto comporta dei duri percorsi riabilitativi e lunghi periodi di inattività. Nonostante un aumento dell'interesse e della conoscenza scientifica riguardo questa lesione, la sua incidenza nel calcio professionistico non è in calo. Infatti, i dati statistici rilevano che ogni squadra professionistica composta da 25 giocatori può aspettarsi una lesione al LCA ogni 2 anni (Della Villa F. et. Al, 2020).
Della Villa F. et. Al, 2020, con uno studio osservazionale retrospettivo descrittivo, basato su analisi video sistematica, hanno voluto descrivere e documentare l'incidenza, la distribuzione, i principali meccanismi, pattern situazionali e biomeccanica delle lesioni al LCA su 134 calciatori professionisti di Serie A e Serie B italiana, utilizzando, ove possibile, delle riprese video riguardanti il momento stimato della lesione (IF) per analizzarne situazione di gioco e meccanismo dell'infortunio.
Analizzando la distribuzione temporale di questo tipo di infortunio, possiamo individuare un andamento bimodale all'interno della stagione, con picchi di lesioni all'inizio (settembre–ottobre) ed alla fine (marzo–maggio).
Durante la partita poi, si sono verificate più lesioni nel primo tempo (n=88, 62%) rispetto al secondo (n=53, 38%). Un quarto delle lesioni (n=34) si è verificato nei primi 15 minuti di gioco, ed il 68% delle lesioni del LCA si è verificato nei primi 45 minuti.
Le lesioni analizzate si sono manifestate principalmente con 3 categorie di meccanismi di sviluppo, 59 (44%) sono da non contatto, altre 59 (44%) da contatto indiretto e 16 (12%) da contatto diretto.
Per quanto riguarda le lesioni da contatto diretto, cinque di queste si sono manifestate per un contrasto effettuato dal giocatore lesionato, otto a seguito di un contrasto subito e tre sono invece stati interventi del portiere. Questo tipo di meccanismo d'insorgenza si è verificato sia in situazioni difensive (9 lesioni) che in situazioni offensive (7 lesioni).
Infine, dal punto di vista biomeccanico, la maggior parte di queste lesioni è derivata dall'applicazione di una forza esterna con carico in valgismo del ginocchio (n=13), mentre i restanti tre casi sono stati da iperestensione, come conseguenza di una forza applicata anteriormente al ginocchio.

Per i meccanismi lesivi più comuni invece, ossia quelli da contatto indiretto e da non contatto, sono stati individuati quattro principali pattern situazionali che hanno portato alla lesione del legamento crociato anteriore:

- Pressing o contrasto effettuato (55 casi, 47%), tutte classificate come azioni difensive nelle quali il giocatore si infortuna durante una decelerazione o un cambio di direzione nel tentativo di avvicinarsi all'avversario per contrastarlo.
- Contrasto subito (24 casi, 20%), comprende una perturbazione meccanica, principalmente a livello del tronco, senza contatto diretto al ginocchio, durante un'interazione tra l'avversario ed il giocatore infortunato, sia in fase di possesso palla (54%) che senza palla (46%).
- Recupero dell'equilibrio dopo un calcio (19 casi, 16%), coinvolge anch'esso, nel 58% dei casi analizzati, un contatto tra i giocatori, soprattutto nella zona del tronco.
- Atterraggio da un salto (8 casi, 7%), di cui sei casi dopo un colpo di testa e due nei portieri dopo aver acquisito il possesso della palla. Cinque dei casi totali sono avvenuti con atterraggio monopodalico mentre tre con atterraggio bipodalico.

Altri 12 casi non rientravano in queste macro-categorie.

Dalle analisi effettuate si può quindi riassumere che, la situazione più comune per una lesione del LCA nei calciatori professionisti durante le partite sia, nel periodo di inizio o fine della stagione sportiva, durante le prime fasi dell'incontro, da una condizione di non contatto o contatto indiretto ed in situazioni di gioco principalmente difensive che comprendano la ricerca di un contrasto o di un pressing verso l'avversario.
L'immagine che segue mostra due dei casi analizzati dalla ricerca che rappresentano in pieno il tipico meccanismo lesivo del LCA, quello a sinistra in una situazione di pressing e quello a destra durante un contrasto effettuato, dove si possono notare distintamente i frame dell'approccio iniziale all'avversario (A-E), dell'iniziale contatto e contrasto (B-F), del momento esatto dell'infortunio (C-G) e della perdita d'equilibrio (D-H), permettendo di notare visivamente alcuni pattern e fattori di rischio di questa lesione comuni a situazioni di gioco diverse.

Figura 1 Situazioni reali di gioco di infortunio LCA con meccanismi di pressing e contrasto (Della Villa F. et. Al, 2020)

6.2: PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

Per comprendere la totalità dei fattori di rischio che riguardano il ginocchio, bisogna prima comprendere gli stretti legami biomeccanici che quest'articolazione ha con i distretti adiacenti, inferiormente con la caviglia, superiormente con anca, inguine, coscia e tronco. Queste relazioni comportano che l'azione e la posizione del ginocchio sia influenzata da tutti i fattori di rischio localizzati in questi segmenti adiacenti.

Inoltre, secondo Genovesi F. et. Al., 2025, la sua posizione al centro dell'arto inferiore e le enormi forze di taglio a cui è sottoposta, rendono l'articolazione del ginocchio, quella maggiormente influenzata da fattori di rischio e da conseguenti infortuni, con il legamento crociato anteriore come struttura anatomica più frequentemente citata negli sportivi.

La distribuzione temporale di questo tipo di infortunio in due principali momenti della stagione (settembre–ottobre e marzo–maggio) è probabilmente indicativo di come condizioni climatiche calde e campi particolarmente duri o asciutti possano essere ritenuti fattori di rischio non modificabili, infatti il 96% delle lesioni analizzate si sono verificate senza pioggia. Inoltre, il pattern temporale potrebbe essere legato anche ad una scarsa preparazione all'inizio della stagione ed a fatica cumulativa verso fine campionato.

La distribuzione durante la partita invece, quindi la prevalenza di lesioni durante le prime fasi

dell'incontro (primi 15 minuti), suggeriscono che i principali fattori determinanti l'infortunio non siano l'affaticamento accumulato durante la partita, ma piuttosto delle situazioni di gioco particolarmente intense nella fase iniziale o una scarsa prontezza neuromuscolare dei giocatori nei momenti iniziali della partita, dovuta da un'inadeguata integrazione tra forza, controllo motorio e capacità percettivo-cognitive, solitamente legati ad un inappropriato processo di avvicinamento e approccio fisico e psicologico al match.

Lo studio precedentemente descritto di Della Villa F. et. Al., ha incorporato anche un'analisi biomeccanica per analizzare gli angoli assunti dai vari segmenti corporei nel momento stimato dell'infortunio (IF), che, nel caso di una lesione non traumatica del LCA varia tra i 17 e i 50 millisecondi dopo il contatto iniziale col suolo, permettendo così di avere dei valori tangibili ed oggettivi per descrivere i principali fattori di rischio ed i pattern che predispongono l'atleta a questa lesione, comprendendo come i segmenti corporei adiacenti al ginocchio siano in verità quelli maggiormente determinanti all'infortunio del ginocchio stesso.

I dati emersi dall'analisi in questione mostrano infatti che, sul piano sagittale, il pattern più comune in una situazione di lesione è con il tronco che assume un atteggiamento prevalentemente eretto (0°), una leggera flessione d'anca (37,5°) e di ginocchio (40°), caviglia neutra (0°) ed il piede dell'arto infortunato completamente appoggiato a terra nel 89% dei casi analizzati.

Sul piano frontale invece, il tronco assume una leggera inclinazione ipsilaterale (5°), con maggiore prevalenza di rotazione del tronco verso il lato non infortunato (83%), l'anca si trovava in abduzione nella maggior parte dei casi (72%), con prevalenza di ginocchio in valgismo (81%) e piede extraruotato (66%).

Le lesioni del LCA infatti, avvengono tipicamente con forze di reazione al suolo verticali pari a circa 3-4 volte il peso corporeo (2000–3000 N), che si localizzano, per predisposizione anatomica e biomeccanica dell'articolazione, soprattutto sul ginocchio, determinandone la lesione.

Questi dati riflettono l'incidenza di lesioni con un pattern di movimento a forte carico del ginocchio (knee-dominant), con movimento limitato delle altre articolazioni, in particolare caviglia e anca.

Inoltre, l'inclinazione laterale del tronco, individuata tramite l'analisi biomeccanica, può aumentare il carico sul LCA a causa dello spostamento laterale del centro di massa, generando un momento in abduzione del ginocchio, mettendo così a rischio tutta la struttura articolare.

Nella seguente immagine è raffigurato l'insieme dei principali pattern di movimento che, secondo i dati ricavati dall'articolo analizzato, prediligono il calciatore alle lesione del legamento crociato anteriore.

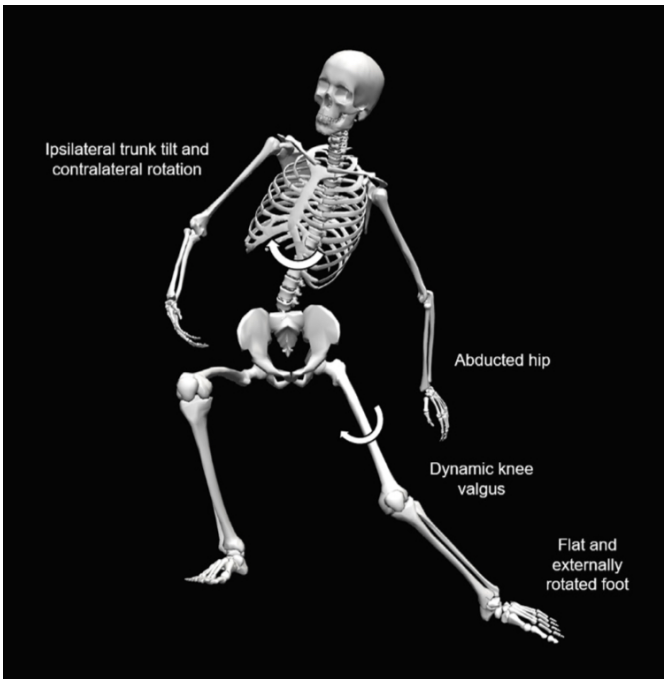


Figura 2 Meccanismo più frequente di lesione LCA da non contatto (Della Villa F. et. Al, 2020)

6.3: STRATEGIE DI PREVENZIONE

Dati i risultati emersi dal precedente studio analizzato, se si vuole porre un focus specifico nella prevenzione della lesione del LCA, bisogna stilare dei programmi di intervento che mirino a modificare i fattori di rischio che incidono sul ginocchio, pertanto, Della Villa F., et Al., 2021, nella loro revisione sistematica mirata alla ricerca di strategie exercise-based di riduzione dell'incidenza di questo infortunio, hanno per prima cosa ripreso i principali fattori di rischio modificabili neuromuscolari, biomeccanici e propriocettivi, analizzati nel paragrafo precedente, con l'obiettivo di valutare gli effetti che diversi interventi hanno sull'incidenza di queste lesioni e osservarne poi anche l'effettiva applicabilità nei programmi d'allenamento.

Per fare ciò, gli autori di questa revisione hanno incluso 14 studi diversi che prevedevano programmi di prevenzione basati su forza, pliometria, agilità, core stability, equilibrio, mobilità ed alcune rivisitazioni di programmi già esistenti come il FIFA 11+, PEP Program e programmi specificamente studiati per la prevenzione del ginocchio, comparati con dei gruppi di controllo senza modelli preventivi.

I risultati emersi da questa revisione dimostrano come, in generale, tutti i programmi analizzati siano in qualche modo utili al fine di migliorare la forza degli arti inferiori, l'equilibrio e la qualità del movimento, che sono considerati fattori di rischio modificabili per le lesioni al LCA, e quindi predispongono l'atleta ad un rischio ridotto di infortunio rispetto ai gruppi di controllo.

Nello specifico, per il riscaldamento sono stati utilizzati i programmi PEP (costituito da warm-up, stretching e mobilità dinamica degli arti inferiori, potenziamento muscolare del core e catena cinetica posteriore, pliometria ed agilità) e FIFA 11+ (composto da corsa leggera, cambi di direzione leggeri, stretching dinamico, forza di core e arti inferiori, equilibrio, pliometria, agilità e sprint ad intensità crescente) utilizzati al posto di un riscaldamento tradizionale, ed hanno dimostrato un effetto protettivo sull'incidenza delle lesioni del LCA, andando a migliorare il controllo neuromuscolare del ginocchio, aumentare la forza della catena cinetica posteriore e la coattivazione hamstrings-quadricipiti (H/Q), l'impatto ed il valgismo funzionale del ginocchio durante atterraggi e cambi di direzione, migliorare propriocezione, stabilità e forza del core e la tecnica dei gesti sport-specifici.

Alcune proposte da usare come elementi propri della seduta d'allenamento risultate efficaci sono stati gli interventi basati sul Resistance Training, utili nel migliorare la capacità di espressione della forza ed il rapporto H/Q, su esercizi pliometrici e con medicine ball, funzionali nello sviluppo della capacità di arresto, ammortizzazione ed esplosività in un salto o un cambio di direzione, su salti contro-movimento monopodalici, utili nella stabilità del core e nel ridurre le asimmetrie di forza, e sull'allenamento tecnico-motorio (combinazione di esecuzioni tecniche specifiche dello sport con capacità motorie di base) per migliorare la performance e la qualità biomeccanica e neuromuscolare dei movimenti tipici della pratica sportiva.

Definiti i principali programmi preventivi nel caso di questo infortunio, rimane però un grande ostacolo l'applicazione pratica di queste proposte all'interno delle sedute d'allenamento delle squadre di calcio di tutti i livelli. Infatti, nell'articolo analizzato sono risultati più efficaci i programmi brevi (10-15 minuti) e facilmente integrabili nella singola seduta, come ad esempio il FIFA 11+, utilizzato come parte del riscaldamento standard.

A mio avviso quindi, si può dire che l'efficacia delle proposte di prevenzione analizzate è direttamente proporzionale alla loro applicabilità in termini pratici, quindi per essere più appetibili potrebbero essere affiancati a lavori di tecnica o che comunque richiamino l'utilizzo del pallone e che comprendano un filo diretto con l'attività che verrà poi svolta in campo, prestando anche attenzione alla personalizzazione in base alle richieste e ad i fattori di rischio individuali, in modo da rendere questi lavori più graditi agli allenatori ed agli atleti stessi.

CONCLUSIONE

Riprendendo la revisione ad ombrello di Genovesi F. et. Al, il trauma sportivo rappresenta qualcosa di molto più grande rispetto ad un semplice dolore che limita le capacità di performare dell'atleta, ma è invece un fenomeno multidisciplinare molto complesso che si genera dall'interazione tra i diversi fattori di rischio che l'atleta può presentare e l'esposizione a degli specifici eventi scatenanti, cioè i pattern situazionali.

La ricerca effettuata ha preso in analisi cinque articoli principali dalla letteratura riguardanti gli infortuni agli arti inferiori nel calcio, con l'obiettivo di individuare i più frequenti pattern situazionali e fattori di rischio di sviluppo infortunio.

I principali meccanismi con la quale si sviluppano infortuni, individuati dalla ricerca, sono quelli di non contatto, o contatto indiretto con un altro giocatore, a seguito di gesti rapidi, esplosivi o improvvisi, come salti, calci o atterraggi. La comparsa di questi meccanismi è legata spesso alla presenza simultanea di più fattori di rischio, non modificabili come età, genere, precedenti infortuni e le caratteristiche del terreno di gioco, oppure modificabili quali asimmetrie, deficit di forza, flessibilità e stabilità, sovraffaticamento e rapidi allungamenti che aumentano lo stress strutturale a livello di muscoli, tendini, legamenti ed articolazioni di caviglia, ginocchio o anca.

Di seguito viene riportata una tabella che riassume i principali meccanismi situazionali e fattori di rischio individuati per ogni segmento corporeo analizzato in questa ricerca.

Concludendo, l'obiettivo di questa tesi era quello di capire se l'infortunio fosse solamente un evento sfortunato all'interno della carriera di un atleta, o se questo fosse in qualche modo prevedibile e quindi evitabile. La letteratura analizzata mi permette di rispondere in modo chiaro a questo interrogativo e delineare un insieme di fattori, intrinseci ed estrinseci, che predispongono il calciatore, ad un rischio più o meno elevato all'evento lesivo, che vanno ben oltre alla sola sfortuna o alla predisposizione fisica a questo genere di episodi.

Perciò, per quanto ho osservato in questa ricerca, gli infortuni agli arti inferiori nel calcio possono, in alcuni casi, essere prevenuti e per fare ciò è necessaria un'indagine preliminare accurata sui parametri biomeccanici, neuromuscolari e comportamentali del calciatore, sia in dinamica che in statica, sui quali poi poter stilare delle proposte d'allenamento precise e personalizzate per aumentare la capacità di performance, riducendo così il rischio di infortuni.

Segmento corporeo	Meccanismo situazionale	Fattori di rischio modificabili	Fattori di rischio non modificabili
Hamstring	Accelerazioni e decelerazioni in sprint massimali; Salti	Deficit di forza eccentrica e flessibilità; Squilibrio H/Q; Asimmetrie di forza e flessibilità; Sovraffaticamento	Precedenti infortuni; Lunghezza del fascicolo muscolare del bicipite femorale;
Quadricipite	Calcio in massimo allungamento; Contrazione esplosiva	Deficit di forza e flessibilità; Asimmetrie di forza e flessibilità; Squilibrio H/Q; Sovraffaticamento	Precedenti infortuni;
Adduttori	Calcio; Cambio di direzione in massimo allungamento; Allungamento rapido; Salti	Rapida attivazione muscolare con rapido allungamento; Squilibrio Adduttori/ Abduttori; Deficit di forza;	Precedenti infortuni
Caviglia	Eversione o inversione durante atterraggio; Cambio di direzione; Contrasto diretto	Deficit propriocettivi; Deficit in dorsiflessione; Asimmetrie di forza	BMI; Precedenti infortuni; Terreni di gioco irregolari; Instabilità cronica
LCA	Atterraggio con valgismo e rotazione del ginocchio; Pressing con rotazione ipsilaterale del tronco; Cambio di direzione	Deficit di forza e flessibilità dei muscoli della coscia; Deficit di stabilità del tronco e dell'anca; Squilibrio H/Q; Deficit neuromuscolari; Asimmetrie di forza e flessibilità; Sovraffaticamento	Precedenti infortuni muscolari e legamentosi; Terreni di gioco duri; Clima caldo

Tab. 3 Riassunto dei meccanismi situazionali e fattori di rischio individuati in questa tesi

BIBLIOGRAFIA

1. Federico Genovesi, Marco Tabone, Stefano Nuara, Elena Pasquali, Alessio Rossi, Andrea Perali & Tindaro Bongiovanni (22 Feb 2025): Injury risk profile for soccer players: identification of the risk factors for soccer-related injuries – an umbrella review, Research in Sports Medicine.

2. Della Villa, F., Massa, B., Bortolami, A., Nanni, G., Olmo, J., & Buckthorpe, M. (2023). Injury mechanisms and situational patterns of severe lower limb muscle injuries in male professional football (soccer) players: a systematic video analysis study on 103 cases. *British journal of sports medicine*, *57*(24), 1550–1558. https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106850.

3. Kuitunen I, Immonen V, Pakarinen O, Mattila VM, Ponkilainen VT. Incidence of football injuries sustained on artificial turf compared to grass and other playing surfaces: a systematic review and meta-analysis. EClinicalMedicine. 2023 Apr 13;59:101956. doi: 10.1016/j.eclinm.2023.101956. PMID: 37125402; PMCID: PMC10139885.

4. Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British journal of sports medicine*, *50*(12), 731–737. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359.

5. Bahr R, Thorborg K, Ekstrand J. Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. Br J Sports Med 2015;49:1466–71.

6. Ribeiro-Alvares, J. B., Dornelles, M. P., Fritsch, C. G., de Lima-E-Silva, F. X., Medeiros, T. M., Severo-Silveira, L., Marques, V. B., & Baroni, B. M. (2020). Prevalence of Hamstring Strain Injury Risk Factors in Professional and Under-20 Male Football (Soccer) Players. *Journal of sport rehabilitation*, *29*(3), 339–345. https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0084.

7. Cook, G., & Burton, L. (2010). Screening, assessment, corrective strategies. In *Movement: Functional movement systems*. Aptos, CA: Lotus Publishing.

8. Eckard, T. G., Kerr, Z. Y., Padua, D. A., Djoko, A., & Dompier, T. P. (2017). Epidemiology of Quadriceps Strains in National Collegiate Athletic Association Athletes, 2009-2010 Through

2014-2015. *Journal of athletic training*, *52*(5), 474–481. https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.2.17.

9. Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British journal of sports medicine*, *45*(9), 709–714. https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.077560.

10. Serner, A., Mosler, A. B., Tol, J. L., Bahr, R., & Weir, A. (2019). Mechanisms of acute adductor longus injuries in male football players: a systematic visual video analysis. *British journal of sports medicine*, *53*(3), 158–164. https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099246.

11. Moreno-Pérez, V., Travassos, B., Calado, A., Gonzalo-Skok, O., Del Coso, J., & Mendez-Villanueva, A. (2019). Adductor squeeze test and groin injuries in elite football players: A prospective study. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, *37*, 54–59. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.001.

12. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. Am J Sports Med. 2012;40(8):1842-1845.

13. Manoel, L. S., Xixirry, M. G., Soeira, T. P., Saad, M. C., & Riberto, M. (2020). Identification of Ankle Injury Risk Factors in Professional Soccer Players Through a Preseason Functional Assessment. *Orthopaedic journal of sports medicine*, *8*(6), 2325967120928434. https://doi.org/10.1177/2325967120928434.

14. Liporaci RF, Saad MC, Belilaqua-Grossi D, Riberto M. Preseason intrinsic risk factors-associated odds estimate the exposure to proximal lower limb injury throughout the season among professional football players. MJ Open Sport Exerc Med. 2018;4(1).

15. Della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., & Della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *British journal of sports medicine*, *54*(23), 1423–1432.

16. Olivares-Jabalera, J., Fílter-Ruger, A., Dos'Santos, T., Afonso, J., Della Villa, F., Morente-Sánchez, J., Soto-Hermoso, V. M., & Requena, B. (2021). Exercise-Based Training Strategies to Reduce the Incidence or Mitigate the Risk Factors of Anterior Cruciate Ligament Injury in Adult Football (Soccer) Players: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, *18*(24), 13351. https://doi.org/10.3390/ijerph182413351.

SITOGRAFIA

1. Calimeri A., 2020. *Programma di prevenzione infortuni FIFA 11+* [online]. Fisioterapia Andrea Calimeri. Disponibile su: https://www.fisioterapiacalimeri.it/programma-di-prevenzione-infortuni-fifa-11/.

2. Fraser D., Burrows J., Anton E., Tyagi D., Chandra S., Khan B., Green J., 2024. *Men's European football injury index 2023/24* [online]. Howden Professional Sport. Disponibile su: https://www.howdengroupholdings.com/reports/2023-24-mens-european-football-injury-index.

3. Scotton C., 2010. *Classificazione tecnica delle specialità sportive* [online]. Scuola dello Sport Coni Liguria. Disponibile su: https://lazio.coni.it/images/liguria/SCOTTON_-_classificazione_tecnica_specialita_sportive_-_APP_PF2.pdf.

4 Merck et. Al, 2025. *Tabelle Indice di massa corporea (IMC).* Manuale MSD. Disponibile su: https://www.msdmanuals.com/it/casa/multimedia/table/indice-di-massa-corporea-imc.

RINGRAZIAMENTI

"Innanzitutto c'è da fare i complimenti ai ragazzi"

Poi, ringrazio la mia Famiglia che mi è sempre stata vicina pur lasciandomi piena libertà di fare (e di sbagliare), sopportando i miei giramenti di balle ed il mio "non lo so, vediamo" dopo ogni volta che mi chiedevate come fosse andato un esame.

Un ringraziamento speciale va anche a nonne e nonni (ASSENTI PRESENTI), zie e zii, cugine e cugini, per avermi accompagnato e sostenuto in questo percorso partito dal: "voglio fare il dottore dei massaggi".

Grazie a tutti gli amici che ho avuto la fortuna di incontrare e che, chi con una battuta chi con un parola, hanno saputo aiutarmi (anche se magari non lo sanno).

Grazie a Damiano e a tutto il team di Aruku che mi hanno permesso di imparare, crescere ed appassionare a questo mestiere.

Grazie alla mia relatrice che si è sempre messa a disposizione per chiarire i miei (tanti) dubbi.

Grazie al mio crociato che ha deciso fosse arrivata l'ora di smettere col "baeon" per dedicarmi alla carbonara (la più buona del mondo).

Ma soprattutto, grazie a chi ha deciso che a Fisioterapia entrano 20 persone in croce…