

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Medicina Sperimentale (DIMES)

Corso di Laurea Magistrale  
in Scienze e Tecniche dello Sport (LM68)



Tesi di laurea

*Lesione degli Hamstring nel calcio: fattori di rischio e strategia di prevenzione*

Relatore:

Patrizio Bruzzo

Candidato:  
Marco Canaparo

Anno Accademico

2022-2023

# Sommario

<b>Introduzione</b> .....	3
<b>Capitolo 1 Cenni di Anatomia ed Epidemiologia</b> .....	5
<b>Capitolo 2 Eziologia, biologia e trattamento delle lesioni muscolari</b> .....	14
<b>Capitolo 3 Studi e considerazioni pratiche sulla prevenzione</b> .....	24
3.1 Meccanismo della lesione .....	24
3.2 Fattori di rischio .....	28
3.3 Prevenzione .....	35
<b>Capitolo 4 Indagine empirica A.S.D Cairese 1919</b> .....	44
<b>Conclusioni</b> .....	59
<b>Bibliografia</b> .....	61
<b>Sitografia</b> .....	62
<b>Altre fonti</b> .....	64

## Introduzione

La tematica che mi sono proposto di trattare in questo elaborato riguarda un argomento molto discusso recentemente nel mondo dello sport: le lesioni dei muscoli ischiocrurali (in inglese Hamstring). Si tratta di una lesione muscolare diffusa in molti sport, ma in questa sede, verrà analizzata e approfondita nell'ambito calcistico. Personalmente ho avuto la possibilità di partecipare ad una conferenza organizzata dall'Università di Genova sull'organizzazione e periodizzazione nel calcio che mi ha potuto dare molti spunti per il mio lavoro di tesi. A questo convegno hanno partecipato diversi relatori molto preparati come Roberto Sassi che ho avuto modo di conoscere e discutere su diverse tematiche riguardanti questo tipo di infortunio. Ragionando sulle molte conoscenze che ho potuto apprendere grazie ad opportunità come questa, è ragionevole affermare che la congestione dei calendari agonistici a livello nazionale e internazionale, così come l'incremento dell'intensità di gioco e le conoscenze sui modelli prestativi, richiedono alla preparazione atletica una rinnovata attenzione, non solo ai fattori che determinano l'incremento o il mantenimento della performance, ma anche a quelli che garantiscono la prevenzione degli infortuni o che tentano di ridurre il rischio. Gli studi epidemiologici sottolineano come il calcio professionistico ma anche dilettantistico presenti un andamento preoccupante dal punto di vista traumatologico, con particolare riferimento alle lesioni muscolari. L'attenzione nei riguardi degli aspetti preventivi non è, però, solo prerogativa del calcio d'élite. Gli aspetti legati alla tutela della salute, tanto del calciatore dilettante quanto del giovane praticante o del professionista, sono temi che caratterizzano sempre di più la ricerca. La mia analisi si inserisce proprio all'interno di questi discorsi, proponendo un impianto articolato in quattro capitoli.

Nel primo capitolo ho illustrato il distretto degli Hamstring da un punto di vista anatomico facendo riferimento anche alla fisiologia articolare dell'anca. Successivamente attraverso i più recenti studi epidemiologici ho illustrato l'incidenza di questo infortunio. Inoltre, l'epidemiologia fornisce rilevanti informazioni di tipo preventivo e permette di comprendere l'entità del problema e del rischio stesso.

Nel secondo capitolo ho trattato l'eziologia, la biologia e il trattamento delle lesioni muscolari. In particolare, ho inizialmente illustrato i diversi quadri fisiologici che normalmente caratterizzano l'evento traumatico e seguentemente ho descritto i meccanismi di riparazione.

L'obiettivo del terzo capitolo è quello di concentrare l'attenzione sull'aspetto pratico della prevenzione e questo viene fatto attraverso lo studio dei meccanismi della lesione e i fattori di rischio. Le più recenti evidenze in letteratura sostengono che le sole esercitazioni in regime eccentrico non possono essere sufficienti per la prevenzione di questo infortunio. Il training neuromuscolare deve ampliare le categorie di esercitazioni alla luce delle conoscenze sulla biomeccanica dello sprint, della rilevanza della forza orizzontale e dei dati epidemiologici.

Con l'ultimo capitolo viene svolta una ricerca empirica su principali infortuni muscolari che si sono verificati nella società di calcio A.s.d. Cairese nelle stagioni sportive 2021/2022 e 2022/2023. In particolare, ho analizzato l'incidenza della lesione degli Hamstring in relazione ai fattori di rischio. L'elaborato si conclude con una breve riflessione sulla ricerca svolta, confrontando i più recenti modelli di prevenzione e riabilitazione della letteratura con il caso pratico di una squadra dilettantistica.

## Capitolo 1 Cenni di Anatomia ed Epidemiologia

I muscoli ischiocrurali (Hamstring dall'inglese) sono un gruppo di muscoli della loggia posteriore della coscia. Sono composti dal muscolo semimembranoso e dal muscolo semitendinoso nella parte mediale, e dal capo lungo del muscolo bicipite femorale nella parte laterale. Essi si accomunano per l'origine nella tuberosità ischiatica, per l'innervazione da parte del nervo ischiatico, e, in particolare per la funzione. Infatti, si tratta di tre muscoli biarticolari con azione di estensori d'anca e flessori di ginocchio, i quali assumano un ruolo fondamentale nel cammino e nella corsa. Andando nello specifico ad affrontare l'aspetto anatomico possiamo vedere:

1) Il muscolo semitendinoso deve il suo nome al fatto che si presenta carnoso nella parte superiore e forma invece un tendine in quella inferiore. Origina dalla tuberosità ischiatica e si inserisce nella superficie mediale dell'estremità prossimale della tibia formando insieme al muscolo gracile e al muscolo sartorio la cosiddetta zampa d'oca. È innervato dal nervo sciatico nella sua porzione tibiale. Svolge l'azione di flessione di ginocchio, estensione e intrarotazione dell'anca.

2) Il muscolo semimembranoso deve il suo nome al fatto che è costituito, nel suo terzo superiore, da una lamina tendine. Origina dalla tuberosità ischiatica e si porta fino al ginocchio, dove il suo tendine si divide in tre parti: una (tendine discendente) va a terminare sulla parte posteriore del condilo mediale della tibia, la seconda (tendine ricorrente) risale verso il condilo laterale del femore formando il legamento popliteo obliquo e la terza (tendine anteriore o riflesso) prende attacco sul condilo mediale della tibia, anteriormente alla zampa d'oca. Svolge azione di flessione di ginocchio, estensione e intrarotazione dell'anca.

3) Il muscolo bicipite femorale, come dice il suo nome ha due capi di origine. Il capo lungo origina dalla tuberosità ischiatica, il capo breve dal terzo medio del labbro laterale della linea aspra. Il tendine di inserzione comune prende attacco sulla testa della fibula (o perone) e sul condilo laterale della tibia. Svolge azione di flessione di ginocchio, estensione e intrarotazione dell'anca.



Figura 1- Anatomia muscoli posteriori della coscia (Afonso J. et al.; 2021).

I muscoli posteriori della coscia partecipano oltre alla flessione del ginocchio anche alla flessione dell'anca e per questo concorrono allo stesso movimento dei glutei, in particolare del grande gluteo. Per comprendere la sinergia tra il comparto degli Hamstring e dei glutei è opportuno passare dalla descrizione dell'anca e dal ruolo che questo distretto anatomico riveste all'interno dei movimenti funzionali dell'uomo. L'articolazione dell'anca serve come punto di snodo centrale per tutto l'intero corpo. Questo grande giunto a sfera permette simultanei movimenti triplanari del femore rispetto al bacino. Sollevare il piede da terra, raggiungere il pavimento per raccogliere un oggetto, ruotare rapidamente tronco e bacino mentre il corpo sostiene un peso con gli arti superiori, richiede forza e una specifica attivazione della muscolatura che circonda il bacino stesso. La ridotta attivazione dei muscoli dell'anca può alterare la distribuzione delle forze sulle superfici articolari, causando potenzialmente un sovraccarico funzionale che può comportare una variazione degenerativa delle cartilagini articolari. Confrontando l'angolo di pennazione ovvero l'angolo compreso tra l'asse del muscolo e l'asse delle sue fibre era emerso come le fibre del grande gluteo presentavano un angolo maggiore rispetto agli distretti muscolari. Questo conferisce insieme, insieme a un'area fisiologica trasversale media che supera i 66 cm<sup>2</sup>, un ruolo di primo piano nella produzione di forza e nei movimenti di propulsione del corpo.

Anche se comporta una perdita del potere contrattile, la pennazione consente di compattare un gran numero di fibre in un'area trasversa minore e di produrre, così, una forza maggiore.

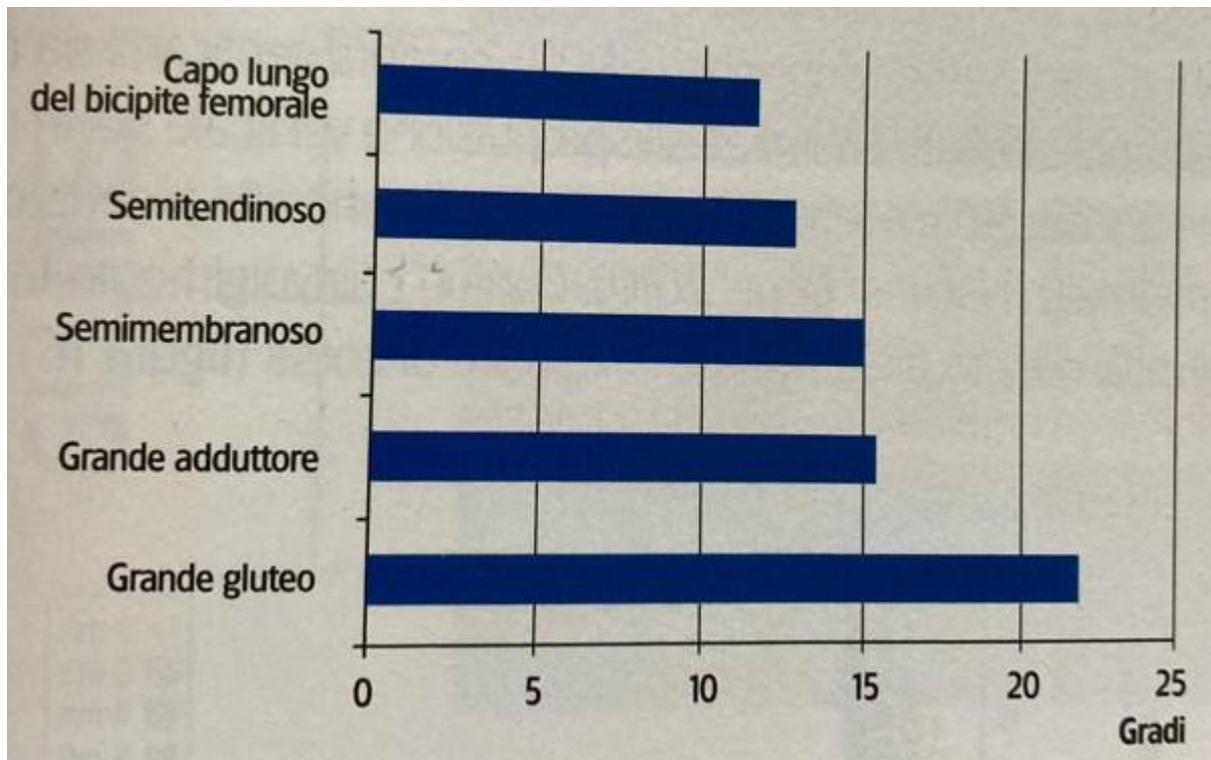


Figura 2-Angolo di pennazione del gluteo e di altri distretti muscolari dell'arto inferiore.

La sinergia tra Hamstring e glutei è dimostrata nella gestualità di corsa già a partire dalla fase di sostegno del corpo/peso corporeo e continua fino alla fase estensione dell'arto inferiore e di propulsione. Questa azione sinergica sembra verificarsi sia per i "comportamenti" finalizzati alla propulsione verticale sia, in misura ancora più evidente per quelli che mirano alla propulsione orizzontale. Con un coinvolgimento tanto più alto, quanto più elevata è la velocità di corsa. Il distretto gluteo svolge un ruolo fondamentale anche a livello posturale, infatti, riduce il tilt anteriore di anca, fattore predisponente per le lesioni agli Hamstring. Inoltre, svolge un ruolo di controllo sia per la rotazione interna dell'arto inferiore sia per la riduzione dei movimenti in valgo. Pertanto, l'attivazione del gluteo rappresenta un'ottima strategia per la riduzione del rischio di infortunio per altri distretti articolari, il ginocchio su tutti (Ward et al.; 2009).

Il rischio di infortuni è un indicatore molto utile che permette di descrivere la reale incidenza di uno specifico trauma per ciascuna disciplina sportiva; il calcolo degli eventi lesivi per mille ore di attività costituisce attualmente il criterio più utilizzato negli studi epidemiologici. Si distingue un rischio di infortunio in gara e in training, alla luce delle differenti richieste e modalità organizzative dell'uno e dell'altro, che permettono di riconoscere fattori predisponenti altrettanto diversi. L'interesse verso i dati epidemiologici che possono condizionare le scelte metodologiche non si limita al calcio, ma investe molti sport di squadra, il cui modello di prestazione impone un carico significativo al distretto degli Hamstring. Nel calcio il 92% degli infortuni avviene ai quattro muscoli principali degli arti inferiori: il 37% riguarda gli Hamstring, il 23% il comparto adduttore, il 19% il quadricipite, il 13% gastrocnemio (Ekstrad et al.; 2011).

In uno studio dove sono stati analizzati 3909 giocatori di 54 squadre della UEFA Champions League, dal 2001 al 2022, è stato dimostrato che il tasso di infortuni agli Hamstring è aumentato nelle ultime stagioni e ora costituisce il 24% di tutti gli infortuni nel calcio professionistico maschile.

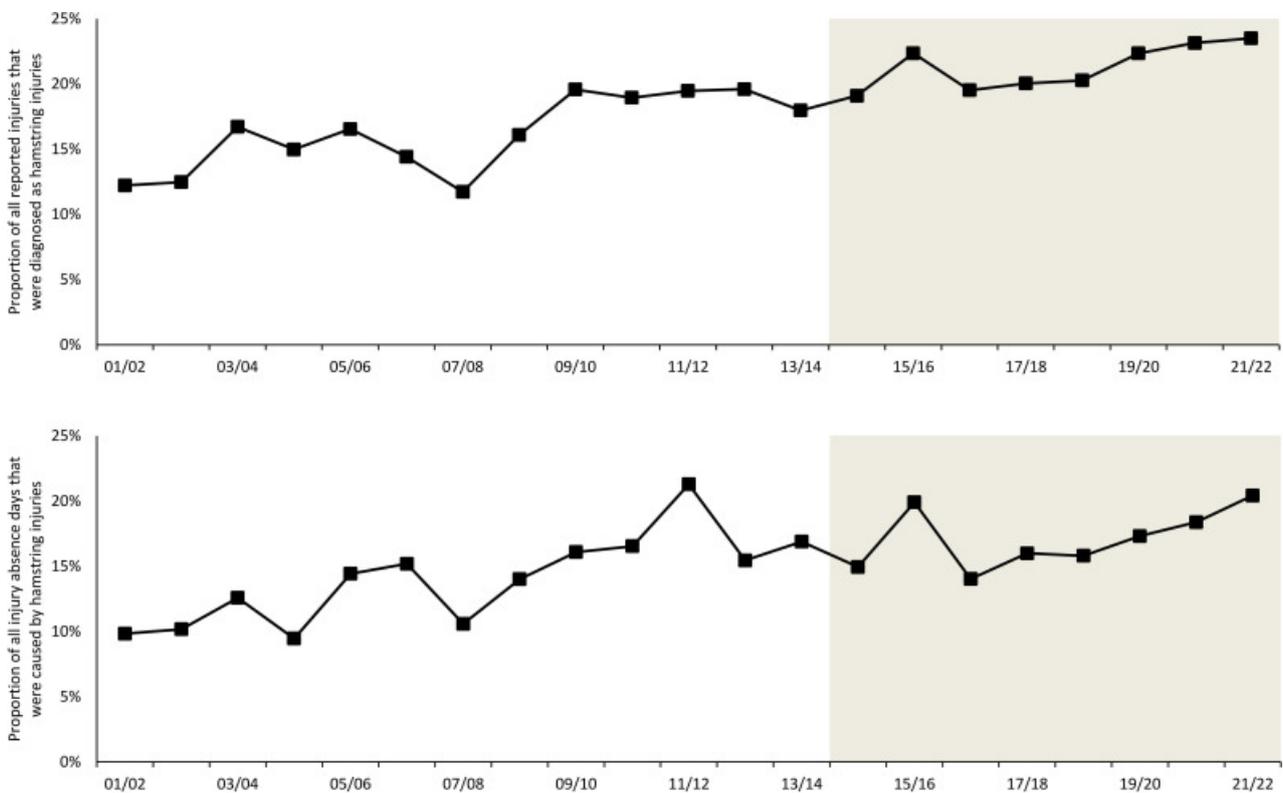


Figura 3-Sviluppo della percentuale degli infortuni agli Hamstring e della percentuale dei giorni di assenza causati da questo infortunio durante il periodo dello studio.

I risultati più importanti sono stati che il tasso di tutti gli infortuni diagnosticati come lesione agli Hamstring è aumentato dal 12% al 24% e che la percentuale di tutti i giorni di assenza causati da questo infortunio è aumentata dal 10% al 20% durante il periodo di studio di 21 anni (Ekstrand et al.; 2022).

Nel calcio, particolare attenzione è stata orientata nei confronti delle eventuali differenze individuali nelle lesioni a carico dei due arti, che per alcuni autori sono sottoposti a differenti carichi e a diverso rischio di infortunio: uno studio molto interessante ha voluto confrontare tipologia, sede ed entità delle lesioni agli arti inferiori in un campione di 56 calciatori di prima divisione svedese che sono stati monitorati nell'arco di sei anni attraverso esami clinici e strumentali finalizzati a descrivere e diagnosticare le lesioni ai distretti muscolari dell'arto inferiore. Definita nel disegno sperimentale la gamba dominante, è emerso che ben il 74% degli infortuni era a carico di questa su un totale di 105 lesioni considerate nello studio. Quando si tentava di confrontare sede, tipo e distretto muscolare insultato, non emergevano differenze significative tra i due arti, eccezion fatta per le lesioni agli Hamstring (Svensson et al.; 2016).

Le gestualità che espongono al rischio di infortunio potrebbero essere rappresentate dalle alte velocità richieste dal gioco, dagli arresti improvvisi, dalle ripartenze, dai repentini cambi di direzione e dalle azioni tecnico specifiche ad alta velocità. Tali lesioni hanno anche un'alta percentuale di infortunio recidivo, tanto che un terzo degli infortuni può ripresentarsi entro due settimane dal primo evento lesivo. La recidiva è il riacutizzarsi della precedente lesione in via di guarigione o apparentemente guarita. Inoltre, è necessario considerare che questo rischio resterà alto per circa un anno, laddove, spesso, la gravità della seconda lesione è maggiore della prima. Le lesioni agli Hamstring avrebbero come principale bersaglio il capo lungo del bicipite femorale (80% dei casi) e le recidive, nei primi 12 mesi dopo il rientro in attività, possono raggiungere un'incidenza compresa tra il 16% e il 30%. Per altri studi epidemiologici, il 73% delle recidive nel calcio si verifica nelle prime due settimane che seguono la ripresa agonistica (Ekstrand et al.; 2012).

Una ricerca scientifica avvalendosi di controllo attraverso risonanza magnetica (RM), ha dimostrato che circa il 79% delle ricadute agli Hamstring avviene nella medesima sede lesiva, che più del 50% di esse si registra a meno di 4 settimane dal primo evento traumatico e che il restante 50% accade entro 50 giorni. Si possono ottenere maggiori indicazioni se si scompongono le fasi imposte all'arto inferiore dalla gestualità di corsa veloce: la maggior parte delle lesioni si verifica durante la fase tardiva di oscillazione dell'arto libero, anche se

la ricerca ha recentemente individuato come anche la fase finale di contatto possa essere causa di lesioni, momento in cui gli Hamstring fungono da estensori dell'anca in sinergia con il grande gluteo e il grande adduttore (Wangsteen et al.; 2016).

Molto recentemente un'analisi dettagliata delle particolarità anatomiche dei distretti muscolari che compongono gli Hamstring ha descritto volume, lunghezza del ventre e dei tendini prossimali e distali, nonché la somma tra componente muscolare e giunzione muscolo-tendinea dei medesimi distretti, mostrando tratti specifici e caratteristiche di ciascuno (Volpi e Bisciotti; 2016).

DISTRETTO MUSCOLARE	LUNGHEZZA MEDIA MUSCOLO (CM)	LUNGHEZZA MEDIA TENDINE LIBERO (CM)	RATIO TENDINE LIBERO/ MUSCOLO (%)	LUNGHEZZA MEDIA GIUNZIONE MUSCOLO TENDINEA (CM)	RATIO MUSCOLO/ LUNGHEZZA GIUNZIONE MUSCOLO TENDINEA (%)
Bicipite femorale	42	59,1±3	20-22	17,1±2,9	40-41
Semitendinoso	44,3	13,2±2,9	25-30	11,7±3,7	26-36
Semimembranoso	38,7	5,5±1,9	14-15	16,5±3,3	43-45

Figura 4- Particolarità anatomiche dei distretti muscolari che compongono gli Hamstring.

Questa descrizione aiuta a comprendere l'eterogeneità morfo-funzionale dei distretti muscolari che compongono gli Hamstring, già dalle loro particolarità anatomiche. Se ne deduce, di conseguenza, che gli Hamstring costituiscono un distretto muscolare molto complesso, sia per le sinergie, sia per l'architettura muscolare, oltre che per le differenti innervazioni, per i dettagli anatomici e per le azioni che realizzano. Ogni distretto muscolare ha una sua funzione specifica che sembra influenzarsi reciprocamente con la rispettiva architettura muscolare. A riguardo, diversi autori riportano come il semitendinoso e il capo breve del bicipite femorale siano composti da muscoli sottili, con una ridotta sezione trasversa e da un'organizzazione fibrillare parallela e che per questo siano attivi maggiormente su lunghe distanze, ad alta velocità e con poca richiesta di forza. Al contrario, il semimembranoso e il capo lungo del bicipite femorale, sono più adatti ad azioni di forza in quanto hanno una sezione trasversa maggiore, con fibre più grandi e pennate. Proprio la struttura e l'architettura muscolare condizionano la funzione del singolo muscolo e, di conseguenza, lo espongono a un differente rischio di lesione. Il semitendinoso, con le sue fibre fusiformi, rispetto al bicipite femorale e al semimembranoso, che mostrano fibre unipennate e, di conseguenza, più corte, sembrano suscettibili alle tensioni in eccentrico.

In una revisione sistematica e una metanalisi alcuni autori quantificarono l'incidenza degli infortuni nel calcio professionistico maschile. Dai risultati era emerso che in linea con la maggior parte degli sport di squadra, l'incidenza degli infortuni nelle partite di calcio era notevolmente superiore (quasi dieci volte) rispetto al tasso degli infortuni ottenuto durante le sessioni di allenamento. Numerosi studi hanno attribuito queste differenze nei tassi di incidenza degli infortuni tra partita e allenamento a diversi fattori, tra cui le maggiori sollecitazioni fisiche dei giocatori durante le partite rispetto alle sessioni di allenamento, il numero di contatti e collisioni durante le partite e l'affaticamento generato durante il corso della partita. La variabilità e l'incertezza generate nei giocatori quando gareggiano contro i rivali in una partita rispetto ai compagni di squadra in allenamento possono potenziare queste differenze. Inoltre, si è potuto dimostrare che i tassi di incidenza di alcuni infortuni tendono ad aumentare verso la fine di ogni tempo. Il riscontro di una maggiore incidenza degli infortuni nella seconda parte di ogni tempo rispetto ad altri periodi di gara può indicare che l'affaticamento è implicato nell'eziologia dell'infortunio. Lo studio aveva dimostrato che le lesioni agli arti inferiori erano di gran lunga la sede più frequente per un infortunio con un tasso di incidenza di 6,8 lesioni per 1000 ore di esposizione. La coscia è stata la regione anatomica più frequentemente lesa, seguita dal ginocchio. Inoltre, il tipo più comune di raggruppamento di lesioni era rappresentato dalle lesioni muscolari/tendinee (López-Valenciano A. et al.; 2019).

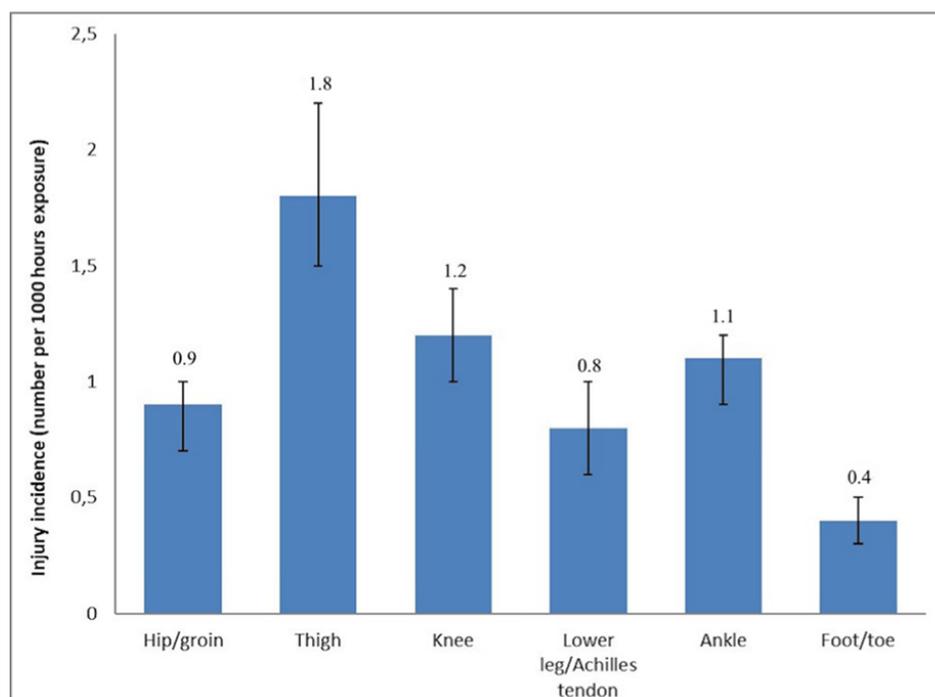


Figura 5- Tassi di incidenza degli infortuni in base alla localizzazione anatomica.

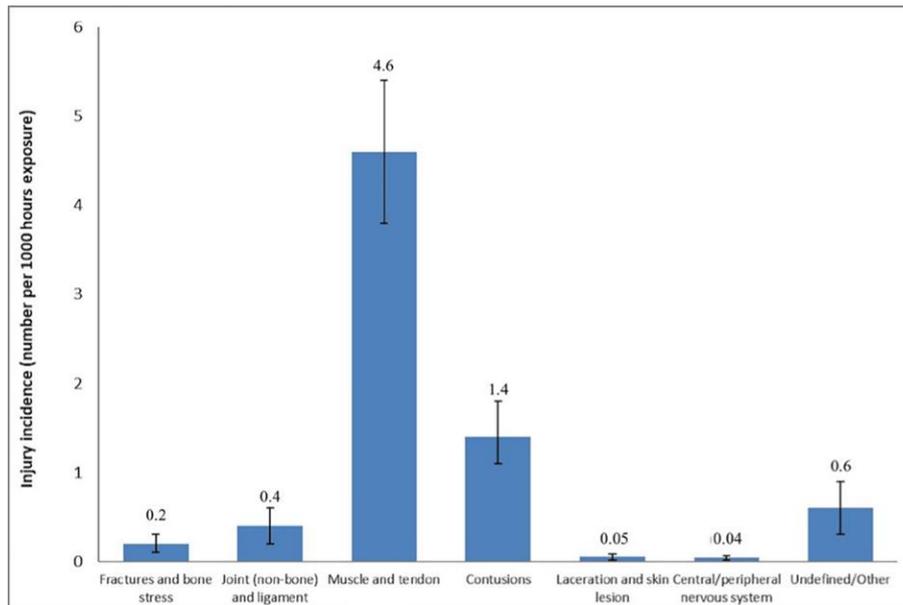


Figura 6- Incidenza di infortuni per tipologia

Altri autori analizzarono l'incidenza complessiva degli infortuni muscolari in un'accademia di calcio spagnola d'élite dimostrarono che i ruoli di gioco che richiedono distanze maggiori correndo ad alta intensità o sprint (ad esempio, terzini, centrocampisti esterni e attaccanti) presentano tassi di infortuni ai tendini del ginocchio più elevati rispetto ad altri ruoli di gioco. I partecipanti erano 227 giocatori di sesso maschile appartenenti a diversi gruppi di età cronologici (cioè U14, U16, U19 e senior) e sono stati valutati durante tre stagioni consecutive. I risultati riportarono che la percentuale più alta di infortuni apparteneva ai centrocampisti esterni, seguiti da terzini e attaccanti (Raya-Gonzalez J. et al.; 2020).

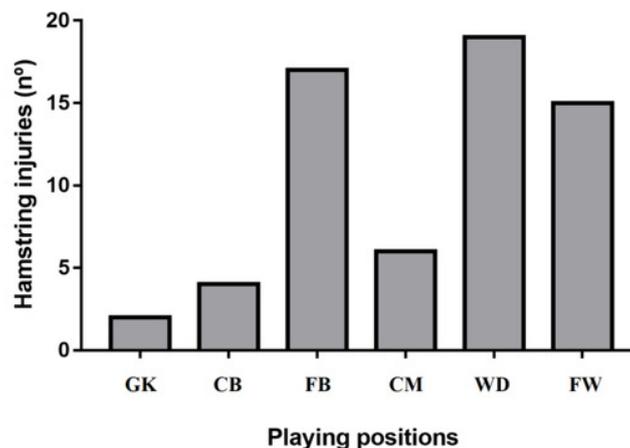


Figura 7- Distribuzione degli infortuni secondo la posizione di gioco.

Lo studio ha anche evidenziato i diversi picchi di infortuni durante la stagione. Dai risultati erano emersi prevalentemente due picchi: il pre-campionato (agosto), che potrebbe essere dovuto all'accumulo di affaticamento dopo periodi intensivi di sessioni di allenamento specifiche per il calcio e dopo l'inizio del periodo in-season (ottobre), che è probabilmente influenzato dallo stress fisico derivato dalle partite ufficiali, aumentando il rischio di infortuni nei giovani giocatori specializzati nello sport.

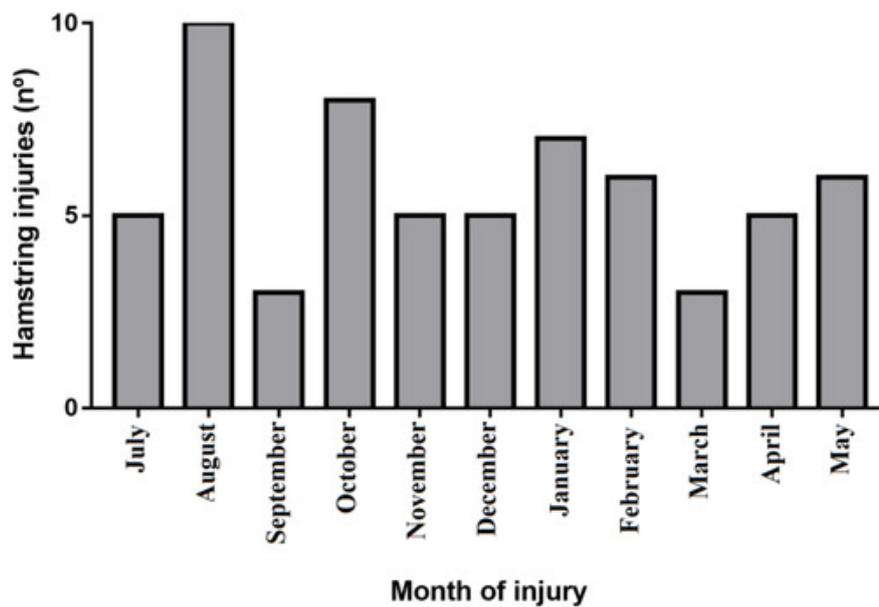


Figura 8- Distribuzione degli infortuni per mese dell'anno.

## Capitolo 2 Eziologia, biologia e trattamento delle lesioni muscolari

L'evento lesivo a livello muscolare costituisce uno degli eventi traumatici più ricorrenti in ambito sportivo. L'entità della lesione può andare dal semplice stiramento, sino allo strappo muscolare completo. In questo capitolo cercherò di chiarire i diversi quadri fisiologici che normalmente caratterizzano l'evento traumatico e di descrivere i meccanismi di riparazione.

Il danno strutturale della fibra muscolare può essere causato, sia da una singola contrazione muscolare, come dall'effetto cumulativo di una serie di contrazioni. In ogni caso, il meccanismo maggiormente correlato al possibile danneggiamento della fibra muscolare, risulterebbe essere la contrazione di tipo eccentrico. La ragione della maggior incidenza traumatica a livello muscolare, riscontrabile durante una situazione di contrazione eccentrica, è soprattutto imputabile alla maggior produzione di forza registrabile nel corso di quest'ultima, rispetto a quanto non avvenga nella modalità di attivazione di tipo concentrico od isometrico. Infatti, durante una contrazione eccentrica, la forza espressa dal distretto muscolare risulta essere di ben tre volte maggiore rispetto a quella espressa, alla stessa velocità, durante una contrazione concentrica. Inoltre, durante una contrazione eccentrica, risulterebbe maggiore anche la forza prodotta dagli elementi passivi del tessuto connettivo del muscolo sottoposto ad allungamento. Soprattutto in riferimento a quest'ultimo dato, occorre sottolineare come anche il fenomeno puramente meccanico dell'elongazione, possa giocare un ruolo importante nell'insorgenza dell'evento traumatico, considerato che quest'ultimo può verificarsi, sia in un muscolo che si presenti attivo durante la fase di stiramento, come in un distretto muscolare che sia passivo durante la fase di elongazione. Durante la contrazione eccentrica il muscolo è in effetti sottoposto ad un fenomeno di "overstretching" che, in quanto tale, può determinare l'insorgenza di lesioni a livello dell'inserzione tendinea, della giunzione muscolo-tendinea, oppure a livello di una zona muscolare resa maggiormente fragile da un deficit di vascolarizzazione. È interessante notare come siano i muscoli pluriarticolari quelli maggiormente esposti ad insulti traumatici, proprio per il fatto di dover controllare, attraverso la contrazione eccentrica, il range articolare di due o più articolazioni. Anche la diversa tipologia delle fibre muscolari presenta una differente incidenza in termini di evento traumatico. Le fibre a contrazione rapida sono infatti maggiormente esposte a danni strutturali rispetto a quelle a contrazione lenta, probabilmente a causa della loro maggior capacità contrattile, che si traduce in un'accresciuta produzione di forza, e di velocità di contrazione. Inoltre, è interessante notare

come l'insulto traumatico sia prevalentemente localizzato a livello della giunzione muscolo-tendinea, a testimonianza del fatto che in questa zona, come del resto nella porzione finale della fibra muscolare, si verifichi il maggior stress meccanico. In ultimo, occorre sottolineare il particolare aspetto metabolico connesso alla contrazione di tipo eccentrico. Durante la contrazione di tipo eccentrico, dal momento che la vascolarizzazione muscolare viene transitoriamente interrotta in concomitanza al meccanismo di contrazione, il lavoro svolto diviene di tipo anaerobico; questo determina, sia un aumento della temperatura locale, che dell'acidosi, oltre ad una marcata anossia cellulare. Questi eventi metabolici si traducono in un'aumentata fragilità muscolare ed in una possibile necrosi cellulare, sia a livello muscolare, che del connettivo di sostegno. L'elemento distintivo che differenzia una lesione muscolare da una lesione a livello osseo è rappresentato dal fatto che il muscolo scheletrico si risana attraverso un fenomeno di riparazione mentre il danno osseo viene ripristinato grazie ad un processo di rigenerazione. La maggior parte dei tessuti biologici corporei, nel momento cui viene danneggiata, risana attraverso un processo che comunque esita nella formazione di un'area cicatriziale, che rappresenta un tessuto diverso rispetto a quello preesistente. Al contrario quando un segmento osseo viene lesionato, il tessuto rigenerato risulta identico rispetto al tessuto preesistente. Il processo di riparazione di un muscolo scheletrico lesionato segue un modello costante, indipendentemente dalla causa che ha causato la lesione stessa, contusione, stiramento o strappo che sia. In questo tipo di processo sono identificabili sostanzialmente tre fasi:

1) La fase di distruzione, che è caratterizzata dalla rottura e dalla conseguente necrosi delle fibre muscolari, dalla formazione di un ematoma tra i monconi delle fibre lesionate e dalla reazione infiammatoria cellulare.

2) La fase di riparazione, che consiste nella fagocitosi del tessuto necrotizzato, nella rigenerazione delle fibre e nella concomitante produzione di tessuto cicatriziale connettivo contestuale alla crescita capillare nella zona lesionale.

3) La fase di rimodellamento, periodo durante il quale avvengono la maturazione delle fibre rigenerate, la contrazione, ossia la riduzione, e la riorganizzazione del tessuto cicatriziale e, in ultimo, il recupero delle capacità funzionali del muscolo. Le ultime due fasi, di riparazione e di rimodellamento, sono solitamente associate o sovrapponibili

I processi di riparazione muscolare si completano in un periodo di circa tre settimane, durante il quale si susseguono delle tappe biologiche ben precise e scadenze che è possibile schematicamente illustrare in sei fasi fondamentali, come riportato in seguito.

Nel secondo giorno post-lesione le parti necrotizzate delle fibre muscolari sono state rimosse dai macrofagi mentre, contestualmente, è cominciata la formazione, da parte dei fibroblasti, del tessuto connettivo di cicatrizzazione all'interno della zona centrale (CZ).

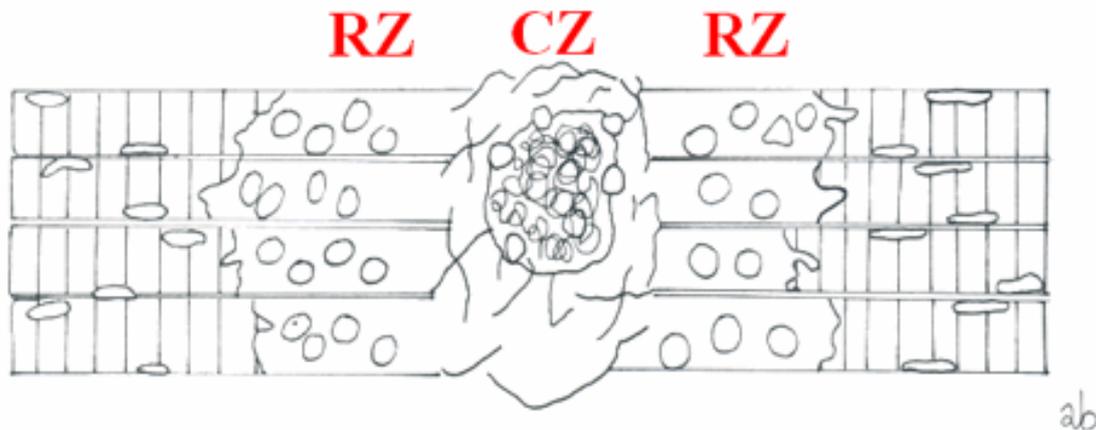


Figura 9-Secondo giorno post-lesionale.

Nel terzo giorno le cellule satellite hanno già dato inizio alla loro attivazione che ha luogo all'interno dei cilindri della lamina basale nella zona di riparazione (RZ).

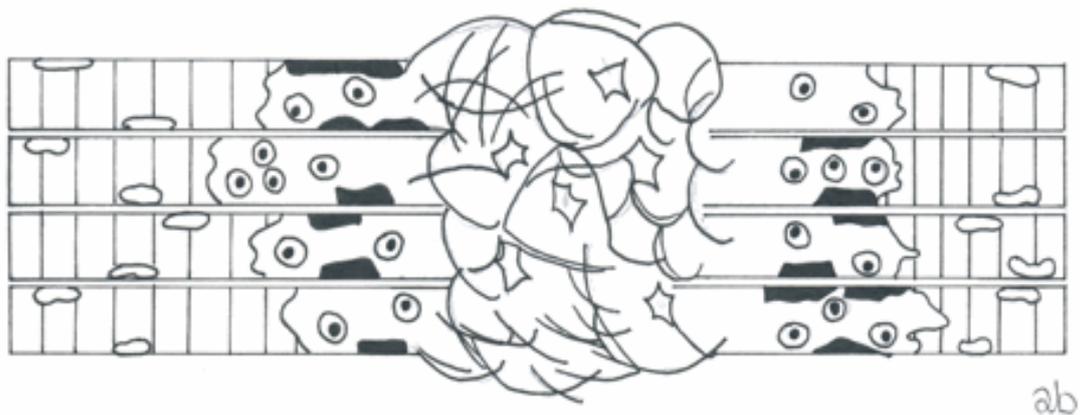


Figura 10-Terzo giorno post-lesione.

Nel quinto giorno i mioblasti si aggregano all'interno dei miotubi della RZ e il tessuto connettivo della CZ comincia a diventare più denso.



Figura 11-Quinto giorno post-lesionale.

Nel settimo giorno i processi riparativi delle cellule muscolari si estendono al di fuori dei vecchi cilindri della lamina basale sin nella zona CZ e iniziano a penetrare attraverso la zona cicatriziale.



Figura 12-Settimo giorno post-lesionale.

Nel quattordicesimo giorno la zona cicatriziale nella zona CZ si è ulteriormente condensata e ridotta di dimensioni e le miofibrille riparate colmano il gap residuo della zona CZ stessa.

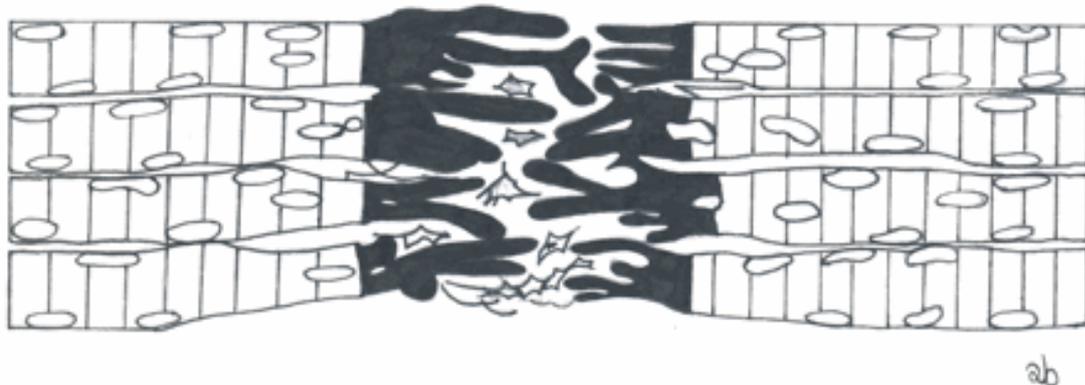


Figura 13-Quattordicesimo giorno post-lesionale.

Nel ventunesimo giorno l'intreccio delle miofibrille è virtualmente completato con l'interposizione di una piccola quantità di tessuto cicatriziale. La quantità di tessuto cicatriziale è comunque inversamente correlata alla qualità dei processi riparativi stessi. La fase di rimodellamento dell'area lesa si può protrarre comunque per un periodo di oltre 60 giorni, in funzione dell'entità anatomica e funzionale del danno stesso. È interessante notare a questo proposito che alcuni autori hanno mostrato che, nel caso in cui la lesione muscolare si estenda per più del 50 % della superficie di sezione anatomica, la riparazione tissutale completa avviene in un periodo non inferiore alle cinque settimane.



Figura 14-Ventunesimo giorno post-lesionale.

La diagnosi di una lesione inizia con un'accurata indagine della meccanica del trauma, seguita da un esame clinico che consiste in un'ispezione ed in una palpazione del muscolo

coinvolto, nonché in una valutazione della funzionalità muscolare sia con che senza resistenza esterna. La diagnosi risulta agevole nel caso in cui una tipica storia di contusione muscolare o di strappo sia accompagnata da un'obiettiva evidenza di gonfiore e/o di ecchimosi distale rispetto alla zona di lesione. Gli ematomi di piccole dimensioni e quelli dislocati in profondità all'interno del ventre muscolare possono risultare di più difficile diagnosi clinica, ma le tecniche di imaging costituiscono un utile mezzo per verificare con maggiore precisione l'entità e la dislocazione della lesione stessa. L'ecografia data la sua economicità e la facilità nel poter reperire una valida apparecchiatura, è tradizionalmente sempre stata considerata il metodo di scelta elettivo per la diagnosi clinica delle lesioni muscolari. La tecnica ecografica presenta comunque il chiaro svantaggio di essere fortemente dipendente nei confronti dell'esperienza dell'operatore e, di conseguenza, la Risonanza Magnetica (RM) ha recentemente rimpiazzato, come tecnica di imaging, l'esame ecografico. Per ciò che riguarda in particolare le lesioni muscolari, la RM è in grado di confermare o di escludere l'esistenza di una lesione muscolare, nonché fornire una caratterizzazione molto dettagliata della lesione stessa. Le lesioni muscolari sono classificate in due categorie in funzione della natura diretta oppure indiretta del trauma stesso. Le lesioni muscolari da trauma diretto implicano l'azione diretta sul ventre muscolare di una valida forza esterna e possono essere classificate in base alla loro gravità, in tre gradi:

- grado lieve, nelle quali è consentita oltre la metà dell'intero arco di movimento;
- grado moderato, nelle quali è consentita meno della metà ma comunque più di un terzo dell'intero arco di movimento;
- grado severo, nelle quali è concesso un arco di movimento inferiore ad un terzo dell'arco di movimento totale.

Le lesioni da trauma indiretto prevedono l'avvenimento di meccanismi più complessi che comportano l'esistenza di differenti forze lesive e si dividono basandosi su criteri di ordine anamnestico, sintomatologico, e anatomo-patologico in: contrattura, stiramento, strappo di primo, secondo e terzo grado (Nanni 2000). La contrattura si manifesta con una sintomatologia dolorosa che insorge quasi sempre a una certa distanza dell'attività sportiva. La latenza d'insorgenza del dolore è variabile: da qualche ora al giorno dopo. Il dolore è mal localizzato, sostanzialmente imputabile a un'alterazione diffusa del tono muscolare. Questo tipo di alterazione è probabilmente da ritenersi come consequenziale a uno stato di affaticamento generale del muscolo. Dal punto di vista anatomo-patologico sono assenti

lesioni anatomiche evidenziabili macroscopicamente o a un'osservazione al microscopico ottico. Lo stiramento rappresenta sempre la conseguenza di un episodio doloroso acuto. La sede del dolore è, nella maggior parte dei casi, ben localizzata. Il soggetto è costretto a irrompere l'attività sportiva anche se la sintomatologia lamentata non comporta necessariamente un'impotenza funzionale immediata. Il soggetto conserva un preciso ricordo anamnestico dell'episodio lesivo. Per quanto riguarda l'aspetto anatomo-patologico non sono presenti lacerazioni macroscopiche delle fibre. Il disturbo funzionale e la conseguente sintomatologia possono essere attribuiti a un'alterazione funzionale delle miofibrille, a un'alterazione della conduzione neuro-muscolare oppure a lesioni sub-microscopiche a livello sarcomerale. Lo strappo di primo, secondo e terzo grado si manifesta dolore acuto e violento durante l'attività attribuibile alla lacerazione di un numero variabile di fibre. Il soggetto è costretto ad abbandonare l'attività. Dal punto di vista anatomo-patologico lo strappo è sempre accompagnato da stravasamento ematico più o meno evidente che è in funzione dell'entità e della localizzazione anatomica della lesione, nonché dell'integrità o meno delle fasce. La classificazione in gradi è riferita all'entità del tessuto muscolare lacerato. Per questo motivo nello strappo di primo grado si verifica la lacerazione di poche miofibrille all'interno di un fascio muscolare, ma non la lacerazione dell'intero fascio. Nello strappo di secondo grado si verifica la lacerazione di uno o più fasci muscolari, che coinvolge comunque meno dei 3/4 della superficie di sezione anatomica del muscolo nell'area considerata. Il deficit funzionale è importante ma non assoluto. Nel caso dello strappo di terzo grado si verifica una perdita nella soluzione di continuità muscolare che coinvolge più dei 3/4 della superficie di sezione anatomica del muscolo nell'area considerata.

Il trattamento immediato del muscolo scheletrico lesionato, o di ogni altro tessuto molle lesi, si identifica nell'acronimo RICE (Rest, Ice, Compression, Elevation). La prova più persuasiva sull'uso della terapia immobilizzativa (Rest) è stata ottenuta da studi condotti sugli effetti dell'immobilizzazione del muscolo in fase di guarigione. Il riposo dell'arto lesi nell'immediato periodo post-traumatico può ridurre l'entità dell'ematoma e anche l'estensione del tessuto connettivo cicatriziale (Jarviven et al.; 1993).

Per ciò che riguarda l'utilizzo della crioterapia (ICE), è stato dimostrato come il suo utilizzo precoce sia associato a un ematoma significativamente ridotto, un processo infiammatorio più contenuto ed una rigenerazione notevolmente accelerata (Deal et al.; 2002).

Sul principio della compressione, è stato dimostrato come una combinazione di ghiaccio e compressione per un periodo di circa 15-20 minuti e ripetuta a intervalli di 30-60 minuti possa indurre un decremento compreso tra 3° e 7 °della temperatura intramuscolare ed una riduzione pari al 50% del flusso ematico intramuscolare. Per quanto riguarda l'ultima delle componenti del principio REST è stato dimostrato come l'elevazione dell'estremità lesa, al di sopra del livello del cuore, provoca un decremento della pressione idrostatica e, successivamente, una riduzione dell'accumulo di liquidi interstiziali (Kalimo et al.; 1997).

Se la fase acuta dopo la lesione ha esito positivo e il recupero dell'arto lesso sembra progredire favorevolmente, può essere intrapreso gradualmente un trattamento più attivo, che preveda l'utilizzo di esercitazioni che seguano una ben precisa scala cronologica di applicazione.

Nelle fasi che susseguono l'immediato momento post traumatico e la conseguente fase acuta (periodo di 3-5 giorni), la riabilitazione di un distretto muscolare traumatizzato prosegue attraverso quattro ulteriori fasi, ognuna delle quali è connotata da una diversa modalità di contrazione muscolare. La prima fase è caratterizzata dalla contrazione isometrica del distretto muscolare lesionato, effettuata dapprima in forma sub-massimale per poi progredire gradualmente nella richiesta dell'intensità di contrazione, sino al raggiungimento di livelli massimali di produzione di forza. Durante questa prima tappa la richiesta di una crescente intensità di contrazione dovrebbe essere dettata da uno scrupoloso rispetto della regola del "non dolore". Una volta raggiunto un soddisfacente livello di intensità, è possibile introdurre la fase riabilitativa, caratteristica della contrazione di tipo eccentrico. Anche in questo caso si tratta di proporre, nel primo periodo, delle contrazioni sub-massimali, per poi gradualmente progredire nella richiesta funzionale. In ogni caso, non è consigliato proporre carichi di lavoro che eccedano il 65-70 % della forza massimale isometrica del paziente. Sempre in questa fase, è inoltre possibile una cauta introduzione di stretching, sia sotto forma globale che selettiva, del distretto muscolare traumatizzato. La terza fase è rappresentata dall'inserimento della modalità di contrazione isocinetica. L'inizio di questa può essere sovrapponibile con la fine della seconda fase, completandosi con questa, fermo restando che una parte di esercitazioni di tipo isotoniche debbano comunque proseguire sino alla fine del periodo riabilitativo, anche se spesso è consigliabile che vadano anche oltre quest'ultimo. L'ultima fase prevede l'inserimento della contrazione eccentrica, dapprima con resistenza manuale fornita dall'operatore e in un secondo momento tramite

la modalità isocinetica. L'entità della contrazione eccentrica, sia in modalità manuale che isocinetica, deve progredire da un iniziale livello sub-massimale sino a intensità massimali.

L'approccio di tipo chirurgico nel trattamento delle lesioni muscolari rappresenta un'opzione da valutare con estrema cautela e ponderazione, soprattutto in considerazione del fatto che in quest'ambito un corretto piano conservativo esita in un ottimo risultato nella quasi totalità dei casi. Tuttavia, è altrettanto innegabile che esistano casi di estrema specificità nei quali una soluzione chirurgica si può rilevare realmente efficace. In questo campo si ritrovano dei quadri clinici che comprendono uno o più importanti ematomi intramuscolari, uno strappo di secondo grado completo, uno strappo di secondo o di terzo grado incompleto a carico di un muscolo che possieda pochi o addirittura nessun muscolo sinergico. Al di là di questi quadri particolari, la possibilità di una soluzione di tipo chirurgico può essere presa in considerazione anche nel caso in cui il paziente si lamenti da tempo di un dolore persistente nella zona della pregressa lesione. In questo caso si può avere il ragionevole sospetto della formazione di una cicatrice aderenziale nell'area post-lesionale che limiti il movimento del muscolo nel sito cicatriziale stesso.

Un aspetto fondamentale riguarda il ritorno allo sport che viene suddiviso in tre obiettivi: ritorno alla partecipazione, ritorno allo sport e ritorno alla performance. Nella prima fase l'atleta torna all'attività con restrizioni e/o limitazioni all'allenamento, alla riabilitazione, o all'allenamento sportivo generale. L'atleta è fisicamente attivo, ma non pronto dal punto di vista clinico, fisico e psicologico. Nella seconda fase l'atleta è tornato al suo sport specifico in termini di intensità, volume, e qualità dell'allenamento, ma è in qualche modo limitato dalla competizione al massimo livello. L'atleta presenta ancora valori insoddisfacenti in partita e allenamento e problemi psicologici. Nella fase finale del ritorno allo sport, l'atleta viene reintrodotta nel suo sport con prestazioni pari o superiori al livello precedente alla lesione. Per alcuni atleti questa fase può essere caratterizzata dal raggiungimento del miglior risultato personale o da progressi nelle prestazioni tecnico-fisiche. La decisione riguardante l'appropriato periodo di ritorno al training "sport-specifico" può essere basata sostanzialmente sui seguenti cinque principi punti di valutazione.

-La totale assenza di sintomatologia algica nella contrazione isometrica, concentrica ed eccentrica effettuate a intensità massimali.

-Una differenza dinamometrica minore del 10-15 % rispetto all'arto controlaterale sano in contrazione isometrica ed eccentrica. Tuttavia, occorre sempre considerare se l'arto leso

sia l'arto dominante oppure non dominante. In caso di arto non dominante, infatti, un deficit di forza pari a circa il 10-15 % è da considerarsi come fisiologico.

-La conferma dell'avvenuto stato riparativo attraverso una tecnica di imaging (ecografia, RM).

-La possibilità di allungare tramite esercizi di stretching attivo e passivo il muscolo leso esattamente quanto il controlaterale.

-L'utilizzo senza dolore del muscolo leso nei movimenti di base della propria disciplina sportiva.

Nel momento in cui l'atleta dimostri di avere raggiunto questo stadio del programma di recupero, può essere concesso il permesso di iniziare le esercitazioni "sport specifiche" (D'Onorio R. et al.; 2019).

## Capitolo 3 Studi e considerazioni pratiche sulla prevenzione

### 3.1 Meccanismo della lesione

La comprensione delle strategie di prevenzione deve necessariamente passare dall'analisi della biomeccanica della corsa veloce. Il ciclo della corsa può essere didatticamente suddiviso in due fasi, la fase statica (piede a contatto con il suolo) e la fase oscillante (piede non a contatto con il suolo).

La fase iniziale di contatto e quella finale di oscillazione sono indicate come i due momenti in cui il rischio di infortunio è molto alto, anche se molti autori riconoscano come sia proprio quella terminale dell'oscillazione, la più traumatica. In questo istante del ciclo di corsa, infatti, i muscoli posteriori della coscia devono tollerare un momento di intenso allungamento o contrazione eccentrica, in cui vengono raggiunti picco di forza e picco di massima lunghezza, con forze maggiori rispetto alla fase di contatto. A tale carico, si aggiunge la flessione dell'anca combinata all'estensione del ginocchio a sovraccaricare ulteriormente in allungamento gli Hamstring.

In questa condizione, sembra proprio il capo lungo del bicipite femorale a essere particolarmente "colpito", in quanto ha la funzione di assorbire l'energia cinetica prodotta dal rallentamento dall'estensione del ginocchio. Analizzando l'azione della corsa e i diversi interventi muscolari, scaturisce evidentemente che l'analisi della coordinazione tra muscoli agonisti e sinergici nelle differenti fasi biomeccaniche della stessa possa costituire uno snodo fondamentale per comprendere quali strategie mettere in atto sul campo per ridurre il sovraccarico e l'insorgenza di traumi al comparto degli Hamstring.

Gli ischiocrurali sembrano sollecitati intensamente in modo massimale, non solo nella prima fase quando estendono l'arto inferiore sull'anca partecipando alla propulsione, ma soprattutto in quella finale dell'oscillazione\slancio in avanti, che corrisponde a circa l'85% del ciclo della corsa veloce.

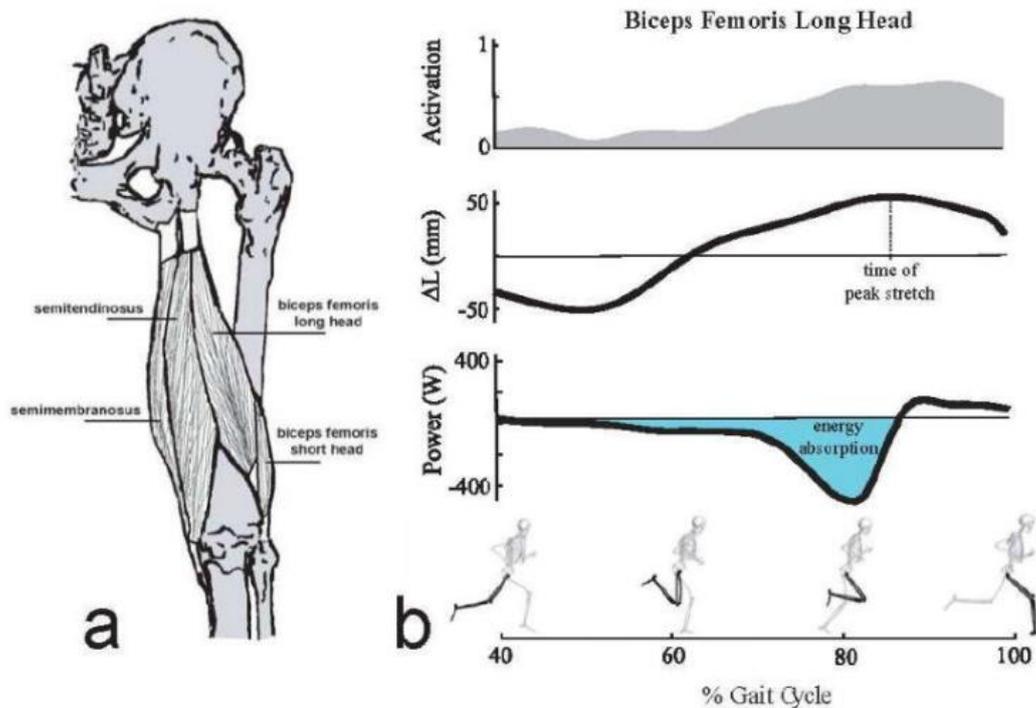


Figura 15- Stress di allungamento degli Hamstring durante il ciclo della corsa.

In uno studio sulla diagnosi e riabilitazione degli infortuni agli ischiocrurali venne dimostrato come la maggior parte di questo tipo di infortunio si verificava durante la fase terminale di oscillazione del ciclo del passo. Era emerso che il muscolo capo lungo del bicipite femorale era quello più colpito a causa di un maggiore allungamento muscolotendineo e una maggiore attivazione. Durante la corsa, il semimembranoso mostra il massimo dell'attivazione quando frena eccentricamente la flessione della coscia sul bacino nella sua fase di oscillazione in avanti, mentre il bicipite femorale mostra la massima attivazione nella fase finale della spinta. È stato riscontrato che durante uno sprint, i tempi e la grandezza del segnale elettromiografico tra grande gluteo e Hamstring sia simile e che, quindi, un ritardo o una mancata attivazione dei glutei possa determinare maggiore enfasi sul lavoro degli Hamstring, i quali sono sottoposti a un duplice carico: controllare l'estensione dell'anca e rallentare la gamba durante la fase di oscillazione; questo duplice compito può esporre gli ischiocrurali a sovraccarichi e, di conseguenza, a lesioni. In questo quadro di sinergia tra glutei e ischiocrurali, si inquadrano la funzione dei glutei sia come estensori dell'anca sia come muscoli capaci di lavorare in sinergia degli Hamstring durante la fase terminale della fase di oscillazione, per frenare l'arto e ammortizzare l'energia cinetica accumulata durante la fase eccentrica (Heiderscheit et al.; 2010).

Alcuni autori descrivono attraverso un'analisi video sistematica, i meccanismi, i modelli situazionali, la biomeccanica e i risultati della RM relativi alle lesioni riguardanti gli Hamstring. In questo studio i soggetti analizzati erano calciatori professionistici maschi di età compresa da 18 a 40 anni, con infortunio confermato da risonanza magnetica. Tutti gli infortuni sono stati trasmessi in televisione durante il gioco o registrati durante le riprese di allenamento. Dei quattordici infortuni analizzati, tredici si sono verificati durante la gara e uno durante l'allenamento. Nell'analisi video sono stati osservati tre diversi meccanismi di lesione: di tipo misto (sia correlato allo sprint che allo stiramento), di tipo stretch e di tipo sprint. In tutti i casi di lesione di tipo sprint si è potuto osservare come i soggetti presentavano un angolo di flessione dell'anca di 45-90 gradi e una flessione del ginocchio inferiore a 45 gradi.

Inoltre, si è potuto osservare che durante la corsa ad alta velocità lineare o curva, la regione principalmente colpita era il capo lungo del bicipite femorale. Tutte le lesioni correlate allo stiramento si sono verificate durante un rapido cambiamento di movimento che coinvolgeva la flessione dell'anca e l'estensione del ginocchio. In particolare, sono avvenute in seguito all'azione del calciare la palla, o durante un movimento di eccessivo allungamento degli arti inferiori. Tutti i casi correlati allo stiramento si sono verificati durante un cambio di movimento con il ginocchio che passava dalla flessione all'estensione con un angolo del ginocchio minore di 45 gradi. Il muscolo semimembranoso è risultato il muscolo più soggetto ad infortunio durante le lesioni da stiramento.

Per quanto riguarda le lesioni di tipo misto, esse si sono verificate durante una corsa o accelerazione ad alta velocità combinate con movimenti correlati all'allungamento (affondo, atterraggio, o calci) e le sedi della lesione variavano altamente.

Concludendo, possiamo dire come gli infortuni al bicipite femorale sono tipici del calcio e si verificano principalmente a causa di movimenti ad alta velocità che comportano un elevato carico eccentrico dei muscoli flessori del ginocchio. Si verificano anche meccanismi di infortunio di tipo misto, che includono modelli di meccanismi di infortunio sia di tipo sprint che di tipo stretching (Jokela et al.; 2023).

Alcuni autori descrivendo i meccanismi di lesione degli ischiocrurali e le interazioni tra affaticamento, attivazione muscolare, e funzione dimostrarono che l'eccessivo sforzo muscolare nelle contrazioni eccentriche o nello stiramento è il principale meccanismo di lesione. Furono descritti due tipi specifici di lesione del bicipite femorale, definiti dal meccanismo di lesione: tipo stretch e tipo di sprint.

La lesione del bicipite femorale di tipo stretch si verifica in movimenti che comportano una combinazione di estrema flessione dell'anca ed estensione del ginocchio, mentre la lesione di tipo sprint si verifica durante le azioni di corsa massimale o quasi massimale. Entrambi i tipi di lesione sono lesioni da sforzo; tuttavia, la lesione di tipo stretch sembra verificarsi a lunghezze muscolari lunghe, mentre la lesione di tipo sprint può verificarsi ben all'interno del normale range di lavoro del muscolo. Utilizzando la risonanza magnetica (MRI), è stato dimostrato che la lesione del bicipite femorale da stiramento colpisce principalmente il semimembranoso, e in particolare il tendine libero prossimale piuttosto che il tendine intramuscolare. Al contrario, la lesione del flessore del ginocchio di tipo sprint coinvolge principalmente il capo lungo del bicipite femorale.

Gli autori nel descrivere i meccanismi dell'infortunio di tipo sprint analizzarono il ciclo della corsa dividendolo in due fasi principali: la fase statica (piede a contatto con il suolo) e la fase oscillante (piede non a contatto con il suolo). La fase di oscillazione tardiva viene descritta come il punto nel ciclo di corsa in cui i muscoli posteriori della coscia sono più suscettibili alle lesioni. Si è dimostrato come il capo lungo del bicipite femorale ha mostrato il massimo sforzo muscolare-tendineo di picco, il semitendinoso ha mostrato la maggiore velocità di allungamento muscolo-tendineo e il semimembranoso ha prodotto la più alta forza muscolo-tendinea.

L'attività del bicipite femorale durante la fase di oscillazione terminale è aumentata in media del 67%, mentre semitendinoso e semimembranoso hanno mostrato solo un aumento del 37%. Inoltre, sebbene sia stato segnalato che il picco di forza muscolo-tendinea del capo lungo del bicipite femorale si verifica durante la fase di oscillazione tardiva, è stato osservato anche un secondo picco (più piccolo) durante la fase iniziale di appoggio.

Durante la prima fase di appoggio, si suggerisce anche che la forza di reazione al suolo causi una grande coppia di estensione al ginocchio e una coppia di flessione all'anca. Di conseguenza, per contrastare le grandi forze passive, i muscoli posteriori della coscia dovrebbero produrre grandi coppie di flessione al ginocchio e coppie di estensione all'anca, sottoponendoli a un carico estremamente elevato (Huygaertset al.; 2020).

Alcuni autori indagarono attraverso una revisione sistematica il meccanismo di lesione degli Hamstring. È stata condotta una ricerca sistematica utilizzando PubMed, EMBASE e Cochrane Library e sono stati utilizzati 26 dei 2372 studi originali selezionati.

La ricerca ha dimostrato che le lesioni da stiramento si verificano a causa di un'ampia flessione dell'anca con simultanea estensione del ginocchio.

Nel calcio australiano, un totale di 19% degli infortuni ai flessori del ginocchio si verifica durante l'azione del calciare che provoca un'anca flessa e una posizione del ginocchio estesa. La maggior parte degli studi sulle lesioni dei muscoli posteriori della coscia durante la corsa hanno riportato che i muscoli posteriori della coscia sono più soggetti a lesioni durante la fase di oscillazione avanzata a causa del carico eccentrico. Tuttavia, si sono verificati infortuni anche nella fase di appoggio durante una tecnica di corsa con il tronco inclinato in avanti. È stato dimostrato che un'inclinazione in avanti del tronco può essere causata da una scarsa attivazione e controllo dei muscoli del core e dell'anca, aumentando così lo sforzo e il rischio di lesioni dei muscoli posteriori della coscia. (Danielsson et al.; 2020)

### 3.2 Fattori di rischio

In letteratura i fattori di rischio sono identificati in: intrinseci imm modificabili, intrinseci modificabili ed estrinseci. I primi riguardano il genere, l'età e gli infortuni pregressi mentre quelli modificabili sono una limitata e modesta flessibilità, un'alterazione dell'equilibrio muscolare, un'instabilità del bacino e della colonna vertebrale, una scarsa tecnica di corsa e la fatica. Esistono tuttavia, alcuni fattori estrinseci come il terreno di gioco, le condizioni meteorologiche le calzature ecc.

Per prevenire le lesioni agli ischiocrurali, è importante capire perché si verificano, in modo da poter sviluppare un intervento appropriato, mirato ai fattori di rischio specifici. Alcuni autori classificano i fattori di rischio in ordine di importanza suddividendoli in rischio specifico e rischio generale. Tra i più importanti fattori di rischio specifici ci sono: il precedente infortunio al flessore del ginocchio, la scarsa forza eccentrica, la scarsa resistenza alla fatica dello stesso muscolo e una ridotta esposizione settimanale della velocità.

Tra i principali fattori di rischio generali troviamo: un carico di lavoro non adeguato, deficit della stabilità dell'anca e forza funzionale, fattori psicosociali, strategie di recupero individuali (sonno, riposo, alimentazione, massaggio, crioterapia, idroterapia), intervallo tra una partita e l'altra, qualità del movimento, precedenti infortuni (qualsiasi), deficit aerobico. Esistono tuttavia altri fattori di rischio di importanza inferiore come i fattori ambientali

(superficie di gioco, luogo della partita, calzature ecc.), architettura muscolo tendinea, lunghezza del fascio muscolare ecc. (Buckthorpe et al. ;2019).

Una ricerca scientifica ha riportato che a 12 mesi dall'infortunio, gli atleti che avevano avuto una pregressa lesione agli Hamstring, presentavano ancora un deficit di forza nel confronto arto leso-arto sano rispetto a coloro che non hanno subito infortuni, sottolineando l'elevato rischio di recidiva. In considerazione dell'elevata frequenza di recidiva, è utile sapere che alcuni studi indicherebbero come la dislocazione anatomica della lesione e la sua estensione, rivestano validi indicatori predittivi del tempo necessario per il ritorno allo stesso livello prestativo pre-lesionale. Alcuni autori affermarono che uno dei più importanti indici clinici predittivi per ciò che concerne la durata del trattamento riabilitativo sarebbe rappresentato dalla distanza della lesione rispetto alla tuberosità ischiatica. Per questo, più estesa risulta la dislocazione della lesione, maggiore sarebbe il periodo di recupero. La vicinanza della sede lesiva alla giunzione miotendinea prossimale sarebbe associata a tempi di guarigione più lunghi (Ekstrand et al.;2012).

Una ricerca scientifica studiando la prevalenza dei fattori di rischio ha dimostrato come questo tipo di infortunio può dipendere da diversi elementi. In questo studio sono state esaminate due squadre di calcio e sono stati valutati 101 calciatori maschi (52 di squadre professionistiche e 49 di squadre under 20). In circa un'ora ogni giocatore ha completato i cinque passaggi nel seguente ordine: anamnesi, ecografia, test di sollevamento passivo della gamba tesa (PSLR), schermi del movimento funzionale (FMS) e dinamometria isocinetica.

Durante l'anamnesi è stato utilizzato un questionario specifico per registrare i dati anagrafici e la storia degli infortuni. Con l'ecografia è stata valutata l'architettura muscolare del capo lungo del bicipite femorale. Con la prova PSLR è stato valutato il sollevamento passivo della gamba tesa con inclinometro gravitazionale. I giocatori sono stati valutati utilizzando i sette schemi di movimento compresi nell'FMS originale. In particolare, i giocatori sono stati valutati attraverso squat profondo, passo con ostacolo, affondo in linea, mobilità della spalla, gamba tesa attiva sollevamento, Push-up per la stabilità del tronco e stabilità rotatoria.

Dopo un riscaldamento generale, i giocatori sono stati posizionati nel dinamometro isocinetico. Successivamente, sono stati eseguiti due tentativi di tre contrazioni massime consecutive in concentrico-concentrico (60°/s; 0°–90° di flessione del ginocchio) ed eccentrico-eccentrico (60°/s; 30°–90° di flessione del ginocchio).

I dati raccolti nella batteria di test ci hanno permesso di selezionare undici possibili fattori di rischio Hamstring strain injury (HSI) per ciascuna gamba, oltre all'età del giocatore come fattore di rischio sistemico. Un precedente HSI è il principale fattore di rischio non modificabile per un nuovo HSI, mentre i giocatori con una storia di infortuni ai muscoli del quadricipite e del polpaccio, lesioni all'inguine/pube e ricostruzioni del legamento crociato anteriore sembrano essere più inclini a subire un infortunio al tendine del ginocchio. Un altro valore analizzato è stato la lunghezza del fascicolo del bicipite femorale.

I giocatori con una lunghezza del fascicolo  $<0,25$  presentano un rischio maggiore di 3,7 di sostenere un HSI durante la stagione rispetto a quelli con una lunghezza del fascicolo relativa  $\geq 0,25$ . La flessibilità passiva è stata valutata come fattore di rischio quando i giocatori avevano  $<90^\circ$  nel test PSLR. Il test FMS n. 5 (sollevamento attivo della gamba tesa) è stato utilizzato per valutare la flessibilità attiva dei muscoli posteriori della coscia e abbiamo considerato questo risultato un fattore di rischio quando il giocatore ha segnato  $<2$  punti. Risultati recenti supportano il fatto che la ridotta attività elettromiografica dei muscoli del gluteo e del tronco durante la corsa esplosiva è associata alla comparsa di HSI nei giocatori di football. Pertanto, abbiamo valutato la cinematica del movimento dei giocatori e la stabilizzazione centrale attraverso il FMS, che è un test affidabile e frequentemente utilizzato dai principali club di calcio per rilevare il rischio di infortuni senza contatto. Quando un giocatore ha segnato  $<2$  nei test (squat profondo, passo con ostacolo e affondo in linea) del FMS, come fattore di rischio è stato valutato un deficit nei movimenti funzionali. Allo stesso modo, i deficit nella stabilità del core sono stati controllati quando un giocatore ha ottenuto un punteggio  $<2$  nei test (Push-up e stabilità rotatoria) del FMS.

I dati isocinetici sono stati utilizzati per controllare quattro fattori di rischio di lesioni dei muscoli posteriori della coscia: deficit di forza concentrica dei muscoli posteriori della coscia, deficit di forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia, rapporto convenzionale H/Q e rapporto funzionale H/Q.

I deficit nella forza concentrica o eccentrica dei tendini del ginocchio erano marcati quando una gamba presentava un deficit  $>15\%$  rispetto alla gamba controlaterale (asimmetria bilaterale).

Il valore normativo di 0,6 per il rapporto convenzionale H/Q è stato ampiamente utilizzato per identificare lo squilibrio di forza nei giocatori di football, 26 e i punteggi  $<0,6$  sono stati contrassegnati come fattore di rischio. Valori da 0,8 10 a 1,0 sono stati utilizzati come punti limite per identificare lo squilibrio di forza attraverso il rapporto funzionale H/Q.

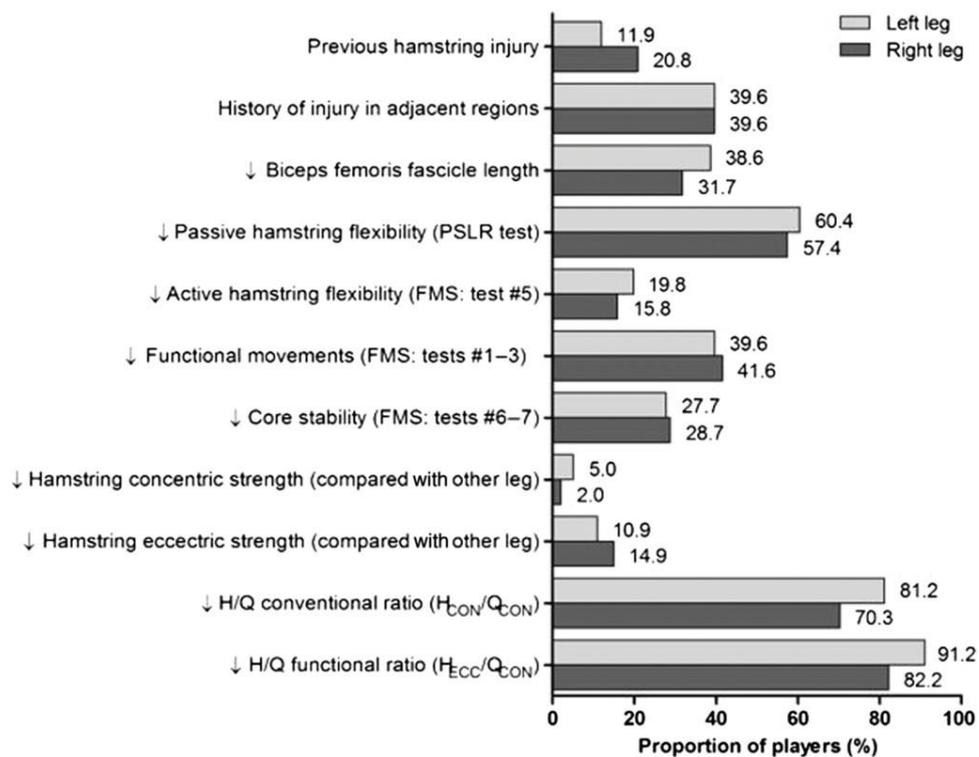


Figura 16- Fattori di rischio di infortuni agli ischiocrurali nei giocatori di calcio.

Dai risultati di questo studio è emerso come il 30% dei calciatori aveva già sostenuto almeno un infortunio agli Hamstring. Tra i fattori di rischio modificabili valutati, si richiama l'attenzione sulla proporzione di giocatori con bassi valori del rapporto coppia H/Q. In particolare, era emerso che l'87,1% e il 94,1% hanno ottenuto valori bassi rispettivamente per i rapporti H/Q convenzionale e funzionale. Inoltre, è stato dimostrato che i giocatori di calcio presentano evidenti deficit nella forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia. Pertanto, il rafforzamento eccentrico del muscolo bicipite femorale sembra essere consigliabile per la prevenzione di questo tipo di infortunio. I programmi di allenamento che comprendono l'esercizio Nordic Hamstring Exercises (NHE) sono molto popolari tra le squadre di calcio, e sono state riscontrate riduzioni significative dei tassi di HSI nei calciatori dilettanti e professionisti. È stato dimostrato come questo esercizio abbia aumentato la forza eccentrica del bicipite femorale dall'11% al 12% dopo 10-12 settimane. NHE è anche in grado di allungare i fascicoli del capo lungo del bicipite femorale di circa 2 cm. Un fascicolo corto significa un numero ridotto di sarcomeri disposti in serie nella fibra muscolare, che aumenta la possibilità che un muscolo venga allungato eccessivamente e subisca danni causati da potenti contrazioni eccentriche. Il 42% dei calciatori è stato coinvolto in un punteggio basso nei test sui movimenti funzionali a causa di un deficit di flessibilità, equilibrio e controllo

neuromuscolare. Allo stesso modo, i deficit nella stabilità del core sono il fattore principale per spiegare le scarse prestazioni del 29% dei giocatori nei test di stabilità push-up e stabilità rotatoria. Pertanto, questi fattori intrinseci sono ritenuti dagli autori come i fattori di rischio più importanti, oltre a quelli non modificabili come i precedenti HSI e l'età avanzata (Ribeiro-Alvares et al.; 2020).

Uno studio scientifico descrivendo l'importanza dei fattori di rischio di infortunio al bicipite femorale delle squadre di calcio professionistiche maschili ha dimostrato che la maggior parte erano estrinseci e associati al club e allo staff tecnico, e non ai giocatori stessi. Lo scopo di questo studio era valutare le opinioni istruite e le attuali conoscenze sui fattori di rischio prevenibili per le lesioni del bicipite femorale sulla base delle informazioni fornite da 15 direttori medici (CMO) presso i club maschili d'élite europei. Un secondo obiettivo era confrontare l'opinione sui fattori di rischio tra le squadre che avevano tassi di infortuni al tendine del ginocchio inferiori alla media con le squadre che avevano tassi di infortuni al tendine del ginocchio superiori alla media durante le stagioni 2019/2020 e 2020/2021. Le 15 squadre selezionate sono state suddivise in due gironi; un gruppo di 7 squadre con carico di infortuni al tendine del ginocchio inferiore alla media di tutte le squadre e un gruppo di 8 squadre con un carico di HSI superiore alla media. In questo studio i CMO delle 15 squadre professionistiche hanno selezionato 21 fattori di rischio suddividendoli in intrinseci ed estrinseci. I fattori intrinseci comprendevano: debolezza residua dopo un precedente infortunio al bicipite femorale, asimmetria della forza dei muscoli posteriori della coscia (rapporto Q/H), mancanza di forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia, fatica, scarsa stabilità del core, scarso coordinamento, benessere del giocatore (modelli di sonno, relazioni ecc.), scarsa flessibilità, cattiva alimentazione. I fattori estrinseci comprendevano: la mancanza di comunicazione tra il personale medico e il personale tecnico, la mancanza di esposizione regolare all'allenamento ad alta velocità, carica sui giocatori, mancanza di strategie di recupero in stagione, mancanza di interesse per le strategie di prevenzione nella squadra o nel club, giocare partite 2/3 volte a settimana, mancanza di esposizione regolare all'allenamento della forza, sorveglianza dell'allenamento da parte del personale tecnico, carico\recupero fuori stagione, stile di leadership dell'allenatore, bilancio medico, competenza del personale medico. Gli autori dimostrarono come la mancanza di comunicazione tra il personale medico e il personale tecnico è stata percepita come il fattore di rischio più importante o il secondo più importante in entrambi i gruppi. I club di calcio d'élite con una buona comunicazione interna hanno avuto meno infortuni e una migliore disponibilità dei giocatori rispetto ai club con scarsa comunicazione. È essenziale

comunicare e discutere lo stato medico, prestazionale e tecnico per ottimizzare l'allenamento individuale e la frequenza delle partite. Gli errori si verificano quando la comunicazione su prevenzione, rigenerazione, gestione del carico e riabilitazione fallisce. La gestione delle lesioni minori evita lesioni più gravi ed è essenziale avere una buona comunicazione e avere rispetto per le lesioni minori. Una scarsa comunicazione interna in un club fa sì che lo staff tecnico non riceva il feedback necessario di cui ha bisogno per creare un programma d'allenamento ottimale, e provoca un accumulo di fatica. Questo studio inoltre ha rilevato come l'affaticamento è considerato uno dei principali fattori di rischio dietro la maggior parte delle lesioni al bicipite femorale. La maggior parte dei fattori di rischio percepiti dai CMO possono essere suddivise in due categorie che portano entrambe all'affaticamento e di conseguenza ad un aumento del rischio di infortunio al bicipite femorale. Nella prima categoria rientrano l'allenamento eccessivo, troppe partite e sovraccarico con conseguente accumulo di affaticamento. La seconda categoria comprende l'allenamento specifico insufficiente che porta a un sotto carico muscolare. Una disfunzione come la mancanza di forza eccentrica, implica che la tolleranza al carico dei muscoli posteriori della coscia non è abbastanza buona, e questo può portare ad affaticamento. Questo studio, in accordo con altri studi precedenti ha rilevato come gli infortuni muscolari si verificano più frequentemente verso la fine di una partita. È stato anche dimostrato in studi di calcio simulato che la forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia diminuisce con il tempo, in particolare durante la seconda metà di una partita. Gli autori sostengono che la fatica porti a una coordinazione neuromuscolare più scarsa che potenzialmente aumenta il rischio di lesioni. Quando si corre velocemente, il ruolo principale del gruppo muscolare dei muscoli posteriori della coscia è la decelerazione attiva della coscia e della parte inferiore della gamba che si muovono in avanti durante la fase di oscillazione terminale. La fase di oscillazione terminale è considerata il momento in cui si verificano la maggior parte degli infortuni ai muscoli posteriori della coscia, a causa dell'elevata contrazione della forza eccentrica nei muscoli posteriori della coscia estesi durante la decelerazione della gamba. L'affaticamento muscolare può portare a situazioni di infortunio dovute allo scarso controllo dei muscoli e delle articolazioni o al sovraccarico/allungamento eccessivo dei muscoli. Uno scarso recupero da un carico precedente può aumentare la vulnerabilità delle fibre muscolari dei muscoli posteriori della coscia a successivi carichi ad alta intensità. Gli autori hanno evidenziato come la bassa stagione sia un periodo fondamentale per i calciatori dove possono verificarsi cambiamenti negativi nella forma fisica. Se i giocatori si astengono dall'allenamento durante la bassa

stagione o fanno pause più lunghe durante l'allenamento, la forma fisica e la forza muscolare del calcio diminuiranno aumentando il rischio di lesioni al bicipite femorale. Quindi, oltre ai necessari giorni di riposo per il recupero, sarebbe opportuno fare anche un po' di allenamento in questo periodo per mantenersi in forma calcistica e continuare a caricare muscoli e tendini. Questo vale soprattutto per i giocatori che avevano meno carico nella stagione precedente (ad esempio a causa di infortuni). I CMO nel gruppo squadra LOW (squadre con meno infortuni al tendine del ginocchio) hanno percepito la mancanza di un regolare allenamento della velocità come il fattore di rischio più importante per l'infortunio al tendine del ginocchio a livello professionale. Le lesioni al tendine del ginocchio si verificano più frequentemente durante gli sprint e altri movimenti ad alta velocità. L'esposizione regolare e costante al gioco ad alta velocità prepara i muscoli posteriori della coscia a movimenti simili durante le partite. La mancanza di un sufficiente gioco ad alta velocità durante l'allenamento aumenta il rischio di lesioni al bicipite femorale durante le partite. L'allenamento dovrebbe imitare il match play per adattare i muscoli ai carichi durante le partite. Le sessioni di allenamento non dovrebbero includere solo azioni di base come la corsa o lo sprint, ma dovrebbero includere anche situazioni simili a partite in cui il gioco dipende dalle azioni calcistiche degli avversari e dalla risposta del giocatore a tali azioni. Dallo studio entrambi i gruppi hanno riferito che la debolezza residua dopo un precedente infortunio al bicipite femorale è il fattore di rischio più importante o il secondo più importante nei singoli giocatori. Una riabilitazione insufficiente (sia forza che velocità) si traduce in una minore capacità di carico del muscolo e lo espone a un rischio di lesioni più elevato durante il gioco ad alta velocità. Inoltre, la debolezza residua dopo un precedente infortunio può portare a uno squilibrio muscolare, aumentando il rischio di affaticamento del muscolo debole. Partendo dal presupposto che le lesioni dei muscoli posteriori della coscia si verificano a causa di una forza muscolare insufficiente, i CMO hanno sottolineato l'importanza dell'allenamento della forza per evitare lesioni muscolari. La prevenzione degli infortuni ai muscoli posteriori della coscia non dovrebbe concentrarsi solo sull'allenamento della forza eccentrica, ma anche sull'allenamento isometrico e concentrico, comprese le combinazioni di esercizi dominanti del ginocchio e dell'anca (Jan Ekstrand et al.; 2023).

### 3.3 Prevenzione

La rilevante attenzione nei confronti delle strategie di allenamento di tipo preventivo sta caratterizzando la ricerca odierna in ambito sportivo, soprattutto per quanto concerne la riduzione degli infortuni muscolari in alcuni distretti colpiti con maggiore frequenza. Come appare ormai evidente, l'attività degli Hamstring riveste significatività soprattutto negli sport in cui il modello di prestazione richiede rapide accelerazioni e brusche frenate. La stessa analisi della corsa ha evidenziato come l'attività dei muscoli posteriori della coscia aumenti sia nell'ultima parte della fase di slancio dell'arto inferiore (in catena cinetica aperta), sia nell'ultima di appoggio del piede (in catena cinetica chiusa): nella prima situazione perché deve esprimere elevati livelli di forza in regime eccentrico, mentre nella seconda quando deve, coadiuvando il gluteo, estendere l'arto inferiore sul bacino.

Questa analisi degli interventi muscolari nella gestualità di corsa veloce permette già di dedurre il primo principio metodologico di natura preventiva. L'allenamento degli Hamstring deve prevedere esercitazioni sia in catena cinetica aperta sia chiusa, al fine di soddisfare i due momenti di massimo impegno e sollecitazione.

Le esercitazioni in catena cinetica aperta sono quegli esercizi in cui il segmento distale (mano o piede) si muove nello spazio. Inoltre, questi esercizi presentano alcune caratteristiche come:

- Le articolazioni adiacenti non si muovono, si muove solamente il segmento distale all'articolazione;
- La resistenza è applicata al segmento distale in movimento;
- L'attivazione muscolare interessa prevalentemente il muscolo agonista e i soli muscoli che producono direttamente il movimento dell'articolazione;
- Tipicamente la posizione assunta durante l'esecuzione non prevede un rilevante carico naturale;
- Il movimento del carico esterno utilizzato descrive un arco.

Un esempio di esercizi utilizzati per la prevenzione degli infortuni agli ischiocrurali in catena cinetica aperta sono: Hip extension, Hamstring catapult con volano, Bridge walk out, Nordic Hamstring, Assisted Nordic Hamstring, Slider bilaterale, Slider monolaterale, Eccentric hamstring con swissball, leg curl ecc.

Nelle esercitazioni in catena cinetica chiusa il segmento distale rimane in contatto con la superficie di appoggio o è stazionario su di essa. Questi esercizi presentano diverse caratteristiche come:

- Il movimento articolare è di tipo interdipendente ovvero avviene in sinergia con il relativo movimento delle articolazioni adiacenti;
- Si muove il segmento distale o quello prossimale oppure vengono coinvolti entrambi i segmenti dell'articolazione;
- Gli esercizi richiedono spesso l'attivazione di numerosi gruppi muscolari;
- La resistenza viene applicata simultaneamente ai diversi segmenti in movimento;
- Tipicamente, ma non sempre, il movimento viene eseguito in posizioni che prevedono un carico naturale;
- Il carico utilizzato è assiale;
- La stabilizzazione è interna e avviene per mezzo dell'azione muscolare, della compressione articolare e del controllo della postura.

Un esempio di queste esercitazioni in catena cinetica chiusa è rappresentato da: Good morning con bilanciere od elastico, Romanian deadlift con bilanciere o manubrio, Single romanian deadlift monopodalico, Diver a carico naturale o con palla zavorrata, Hyperextension panca 45°.

Quando si vogliono comprendere utilità e opportunità delle esercitazioni di tipo preventivo si deve far comunque riferimento a studi che hanno analizzato l'utilizzo di sovraccarichi. Un recente studio ha comparato l'attività elettromiografica dello squat e dell'Hip Thrust, osservando alcuni muscoli di cui è stata misurata l'attività elettromiografica, quali il grande gluteo, il bicipite femorale e il vasto laterale. Il carico utilizzato per i 2 esercizi era quello che permetteva un numero massimo di ripetizioni pari a 10 (10RM). I risultati hanno evidenziato come sia proprio l'Hip Thrust l'esercizio che recluta in misura maggiore il grande gluteo e il bicipite femorale. Tali risultati sottolineano come attraverso l'Hip Thrust sia possibile incrementare l'entità del reclutamento del grande gluteo, e, soprattutto riprodurre la medesima coordinazione e sinergia tra due distretti muscolari che concorrono a realizzare il medesimo movimento, coinvolgendo proprio il bicipite femorale. È infatti proprio questa sinergia e tale coordinazione intermuscolare che si realizzano attraverso l'attivazione della catena posteriore durante le azioni di corsa veloce e di sprint.

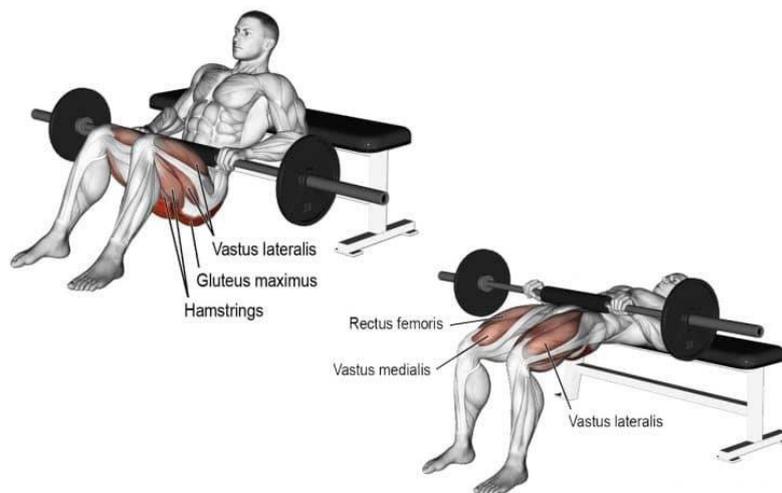


Figura 17- Esecuzione Hip Thrust

Tra i compiti più diffusi e popolari utilizzati per sollecitare gli hamstring, ruolo rilevante ha sempre avuto l'esercizio cosiddetto good morning. Vigotsky et al. hanno valutato la lunghezza muscolare raggiunta dagli hamstring durante la proposta pratica integrata con l'elettromiografia dei muscoli posteriori della coscia e degli erettori spinali. Quindici atleti hanno eseguito 5 serie di Good morning rispettivamente con il 50-60-70-80 e 90% del massimale individuale. I risultati hanno evidenziato come l'attivazione muscolare degli Hamstring aumenti in modo proporzionale con la crescita del carico. Inoltre, lo studio ha indicato che l'attivazione degli erettori spinali è elevata: l'esercizio, pertanto, pare indicato anche perché l'attivazione degli erettori spinali, la cui funzione è estendere il tronco, contrasta l'eccessiva flessione del busto in avanti durante lo sprint. Una particolare attenzione deve essere rivolta su quanto si conosce a proposito di allenamento con dispositivi isoinerziali, che negli ultimi anni stanno trovando ampia diffusione nella pratica di allenamento.

Alcuni autori hanno provato a valutare attraverso l'utilizzo della RM, gli effetti a carico degli Hamstring di 4 esercitazioni specifiche, di cui 2 più tradizionali e che utilizzano peso corporeo e forza di gravità, ossia il Nordic Hamstring e il Russian Belt; le altre proposte pratiche sfruttano, invece la tecnologia isoinerziale. Si tratta della leg curl flywheel e delle hip extension con versapulley. Tale tecnologia, infatti, ha ridotto l'incidenza di infortuni nei calciatori, grazie alla maggiore forza eccentrica prodotta e alla superiore attivazione del simitendinoso e del bicipite femorale, rispetto, a quanto sembra, verificarsi con un tradizionale leg curl. Il protocollo dello studio prevedeva 4 serie da 8 ripetizioni e la risonanza

è stata svolta prima e immediatamente dopo l'ultima ripetizione. I muscoli analizzati sono stati il capo lungo e il capo breve del bicipite femorale, il semitendinoso, il semimembranoso e il gracile. I risultati hanno mostrato come la leg curl con volano isoinerziale sia stato l'esercizio che ha modificato maggiormente l'immagine dell'area relativa agli Hamstring. Gli autori affermano che nessuno dei 4 esercizi può stimolare in modo completo gli Hamstring, suggerendo di usare più compiti per avere un completo coinvolgimento dei muscoli posteriori della coscia (Fernandez-Gonzalo et al.; 2016).

Uno studio scientifico ha valutato l'attivazione elettromiografica dei muscoli posteriori che compongono il distretto degli Hamstring durante il più conosciuto esercizio per tale distretto muscolare, il Nordic Hamstring. La misurazione è stata effettuata durante una serie da 10 ripetizioni e ha mostrato come sia il semitendinoso il muscolo maggiormente attivato durante l'esercizio. Tale risultato potrebbe avere delle ripercussioni riguardo l'uso preponderante di questo mezzo di allenamento in quanto la maggior parte delle lesioni colpiscono il bicipite femorale. Il risultato ottenuto mette in risalto come, per tanti anni, si sia "abusato" del Nordic senza però incidere realmente in termini di prevenzione e, in un certo senso, non colpendo in pieno il bersaglio. Sappiamo dalla letteratura come ogni tipologia di esercitazione si presta per il raggiungimento di uno specifico obiettivo. L'attenzione nei riguardi delle esercitazioni di tipo preventivo, tuttavia, non deve lasciare in secondo piano l'altra finalità del condizionamento atletico: l'incremento delle performance (Bourne et al.; 2017).

Alcuni autori esaminarono un programma di sette settimane di allenamento neuromuscolare su calciatori amatoriali. Il programma comprendeva esercizi generali di forza, di rinforzo eccentrico e concentrico (selettivi per gli Hamstring), esercitazioni pliometriche (di tipo orizzontale) e sprint con e senza traino. I ricercatori hanno riscontrato miglioramenti di forza eccentrica e concentrica nel gruppo che ha seguito il training, evidenziando come sia possibile, attraverso l'integrazione tra compiti afferenti a categorie diverse, perseguire contemporaneamente le due finalità dell'allenamento (Mendiguchia et al. 2014).

Alcuni autori riprendendo gli studi della letteratura, sostengono che la maggior parte degli infortuni ai muscoli flessori del ginocchio si verificano nella fase tardiva dello swing, quando il muscolo subisce un ciclo di allungamento-accorciamento e svolge una quantità significativa di lavoro eccentrico. In conseguenza a ciò, gli autori in questo studio elaborano un programma di esercizi pliometrici funzionali che potessero influire positivamente su questo tipo di infortunio. Questo programma di esercizi può essere eseguito dopo il riscaldamento e consiste in esercizi di salto a gamba singola caratterizzati da un ciclo

allungamento-accorciamento: fase di pre-allungamento eccentrico, fase di ammortizzazione e la fase di accorciamento eccentrico. Questo ciclo di allungamento-accorciamento rafforza le proprietà elastiche del tessuto connettivo, migliorando così la forza e la potenza (eccentrica e concentrica) consentendo al muscolo di accumulare (fase di pre-allungamento/eccentrica) e rilasciare energia (fase concentrica).

Adattamenti fisiologici specifici indotti dall'allenamento pliometrico sono l'aumento dell'attivazione delle unità motorie, l'aumento della tensione passiva del complesso muscolo-tendine e il miglioramento della meccanica dei ponti trasversali. Questi adattamenti sono associati a una maggiore forza, una maggiore rigidità articolare e un miglioramento del controllo neuromuscolare e delle prestazioni funzionali. In questo studio i soggetti partecipanti erano calciatori olandesi di sesso maschile (di età compresa tra 18 e 40 anni) che giocavano nella competizione amatoriale di prima classe. Il gruppo di intervento doveva eseguire questo programma di esercizi per l'intera stagione attraverso un graduale aumento nelle prime 12 settimane.

Gli esercizi includevano diversi tipi di affondi e salti, tra cui il "Bounding" raffigurato in figura.



Figura 18- esercizio bounding e ciclo allungamento-accorciamento.

Si tratta di un esercizio specifico per la corsa che viene classificato come esercizio pliometrico, esso infatti prevede le tre fasi del ciclo allungamento-accorciamento. L'obiettivo

di questo esercizio è raggiungere la posizione orizzontale del femore in fase di oscillazione, un atterraggio completo del piede e la velocità orizzontale più rapida possibile. La partenza con corsa viene scelta per raggiungere la massima velocità nel salto ottenendo il massimo allungamento e forza muscolo-tendinea dei muscoli posteriori della coscia. Dai risultati è emerso come questo programma di allenamento, oltre a portare miglioramenti nella prevenzione degli infortuni, garantisca miglioramenti nelle prestazioni di sprint e salto (Van de Hoef et al.; 2019).

Una ricerca scientifica analizzando e comparando i valori di forza di reazione al suolo orizzontale e quelli di attivazione elettromiografica degli Hamstring durante uno sprint di 6 s, ha affermato che chi sviluppava forze di reazione maggiore fosse anche chi aveva una più alta attivazione del bicipite femorale durante la fase tardiva di oscillazione. Le recenti evidenze scientifiche sulla prestazione di sprint, infatti, indicano come la forza orizzontale sia la discriminante per l'esecuzione di azioni accelerative di alta qualità e che gli estensori dell'anca siano particolarmente coinvolti in tale tipo di azione. Se si analizzano i rapporti tra prevenzione e performance, con riferimento alle prestazioni di corsa in accelerazione, si deve considerare anche l'esercizio di stacco da terra, o deadlift, compito che per eccellenza ha la capacità di sollecitare la catena posteriore, Hamstring inclusi: questo esercizio si rivela utilissimo nella sollecitazione degli Hamstring generando un'adeguata sinergia del grande gluteo, nella sua funzione di estensore delle anche, condizione indispensabile per la produzione di forza orizzontale. Le evidenze in letteratura ci suggeriscono che le sole esercitazioni in regime eccentrico non sono sufficienti per la prevenzione. Il quadro deve essere completato con il coinvolgimento dei muscoli sinergici, con l'integrazione dei compiti pliometrici e con la rivalutazione degli sprint con traino/slitta, che sollecitano la componente orizzontale della forza. Andando più nel dettaglio e riassumendo quanto detto fino ad ora sulla prevenzione possiamo suddividere le proposte operative in tre categorie: esercitazioni funzionali o globali, esercitazioni per la fase tardiva dell'oscillazione dell'arto inferiore, esercitazioni per la fase di contatto e di estensione dell'arto inferiore sull'anca. La prima categoria comprende esercitazioni di forza generale in cui si ricerca in cui si ricerca la globalità del movimento e la sinergia tra i vari muscoli degli arti inferiori, che rivestono un significativo ruolo nell'estensione dell'anca. Tra questi esercizi, quelli che registrano una maggiore attività sul grande gluteo sono lo step up, il lunge, e lo squat monopodalico. La seconda categoria comprende quei compiti in catena cinetica aperta che sollecitano il distretto degli Hamstring in regime di contrazione eccentrica. Rientrano in questa categoria tutti quegli esercizi in stazione eretta o in decubito che richiedono una flessione dell'arto

inferiore in regime di contrazione con l'ausilio di cavi o elastici. La stessa proposta pratica può essere realizzata ricorrendo alle attrezzature isoinerziali, che enfatizzano la fase eccentrica. La terza categoria racchiude esercitazioni che mirano alla coordinazione intermuscolare. Questa categoria comprende esercitazioni finalizzate al condizionamento degli hamstring, ma che grazie alla globalità del movimento permettono anche un'adeguata attivazione del grande gluteo, nel rispetto della sinergia esistente tra i due muscoli. Tra questi quelli che sembrano soddisfare maggiormente il criterio di reciproca attivazione e di adeguata sinergia muscolare sono il single Romanian deadlift e il Bridge walkout (Morin et al.; 2015).

Alcuni autori elaborarono una strategia in cinque punti per la prevenzione dell'HSI nel calcio d'élite. Secondo gli autori la prevenzione doveva prevedere: il rafforzamento dei muscoli posteriori della coscia, la gestione ottimale del carico dei giocatori, un programma di stabilità dell'anca lombopelvica, incrementare la forza generale della parte inferiore del corpo e la capacità cardiovascolare e incorporare un focus sulla qualità di movimento. Per quanto riguarda il primo punto si ritiene che le lesioni alla giunzione del tendine miofasciale/muscolare dei muscoli posteriori della coscia si verificano quando forze superiori ai limiti meccanici del tessuto causano un'interruzione meccanica. Pertanto, una strategia di prevenzione chiave per prevenire le lesioni dovrebbe essere quella di aumentare la capacità del tessuto, aumentando così la soglia di sicurezza per le lesioni. L'uso dell'allenamento eccentrico per la forza dei muscoli posteriori della coscia è la strategia basata sull'evidenza più ampiamente ricercata e raccomandata per la prevenzione delle HSI e ha dimostrato di ridurre significativamente il rischio di lesioni primarie e secondarie (65%-85%). L'allenamento della forza eccentrica comporta anche alterazioni dell'architettura muscolare, in particolare l'allungamento della lunghezza del capo lungo del bicipite femorale (BF<sub>lh</sub>) (16%–34% dopo 5–10 settimane di allenamento della forza eccentrica). I giocatori professionisti con BF<sub>lh</sub> corti (<10,6 cm) avevano un rischio quattro volte maggiore di HSI rispetto ai giocatori con fascicoli più lunghi. 30 Il rischio di HSI è stato ridotto del 75% per ogni aumento di 0,5 cm della lunghezza del fascicolo. Si ipotizza che i fasci più corti, con meno sarcomeri in serie, possano essere più suscettibili a essere sottoposti a stiramenti eccessivi e ad avere danni provocati attraverso potenti azioni eccentriche, tipiche della fase terminale di oscillazione della corsa ad alta velocità (HSR). Questa strategia prevede l'uso della corsa ad alta intensità con l'obiettivo di esporre tutti i giocatori entro il 95% della velocità una o due volte a settimana. Ricerche recenti indicano che il raggiungimento regolare di velocità di corsa di picco o quasi di picco durante l'allenamento è associato a un rischio

inferiore di HSI. Per quanto riguarda la gestione ottimale del carico dei giocatori gli autori ritengono che l'esposizione dei giocatori a grandi e rapidi aumenti delle distanze HSR al di sopra della media delle loro sessioni biennali aumenta le probabilità di HSI. In particolare, un HSR elevato nella settimana prima dell'infortunio ha dimostrato un rischio di HSI aumentato di 6,4 volte. Ciò nonostante, gli autori sostengono che aumenti progressivi del carico di lavoro cronico possono sviluppare la tolleranza fisica dei giocatori a carichi acuti più elevati e la resilienza al rischio di infortuni.

## ACUTE:CHRONIC HSR

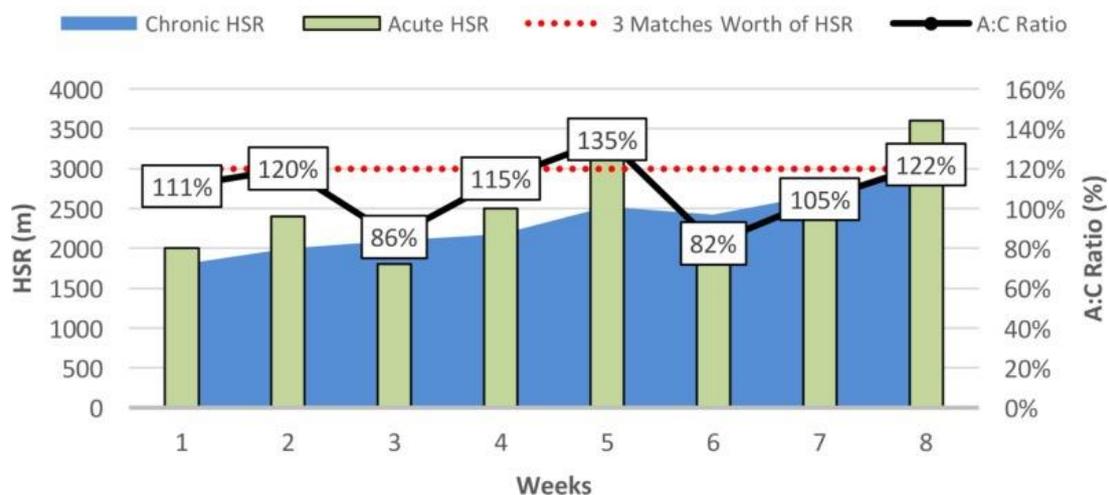


Figura 19- Rappresentazione grafica del progressivo aumento della corsa cronica ad alta velocità di un giocatore nel corso di un intervento di 8 settimane.

In questo grafico possiamo vedere come gli aumenti progressivi del carico comportano periodi di scarico per un riposo e un recupero adeguati e periodi di sovraccarico per produrre adattamento. Il programma attuale utilizzava un sovraccarico di 2 settimane e uno scarico di 1 settimana mantenendo il rapporto carico di lavoro acuto. L'allenamento calcistico in genere imita l'intensità fisica e gli schemi di movimento delle partite, ma spesso può comportare un'esposizione limitata all'HSR a causa dell'uso di aree più piccole. Il match play rappresenta lo stimolo più grande in termini di HSR e quindi è importante bilanciare l'allenamento per riflettere il carico HSR del match play. I giocatori spesso a rischio di HSI sono giocatori regolarmente non titolari o giocatori che ritornano da un infortunio, che vengono improvvisamente richiesti per un periodo di partite congestionate. In questi giocatori, è necessario personalizzare l'allenamento, monitorando da vicino la loro HSR e le velocità di punta della corsa in allenamento e fornendo integrazioni per mantenere carichi di lavoro acuti e cronici sufficienti in assenza di partite in prima squadra. Per quanto riguarda

il terzo punto gli autori ritengono che l'allenamento per la stabilità dell'anca lombopelvica sia importante nella prevenzione dell'HSI. L'inclinazione pelvica anteriore e l'inclinazione laterale del tronco durante la corsa sprint aumentano il rischio di infortunio al muscolo posteriore della coscia. Un'inclinazione pelvica anteriore incontrollata durante la corsa sprint può provocare un allungamento sostanziale dei muscoli posteriori della coscia, aumentando così la tensione sul BFLh nella fase terminale di oscillazione. La stabilità, l'allineamento e la coordinazione lombopelvica alterati possono limitare l'espressione della forza dei muscoli posteriori della coscia a lunghezze muscolari più lunghe (ad esempio, fase oscillante terminale) e contemporaneamente elevare le loro richieste. Esistono molti metodi per allenare la stabilità all'interno del complesso lombopelvico dell'anca. Esercizi a terra, accessori o macchine per Pilates possono essere metodi convenienti per isolare i movimenti, sfidare la consapevolezza posturale e la capacità di dissociarsi e sviluppare la capacità muscolare. Un altro punto della strategia è quello legato al condizionamento fisico del giocatore. La forza generale della parte inferiore del corpo è essenziale per le prestazioni sportive durante compiti esplosivi come la corsa sprint e il salto, mentre una adeguata capacità aerobica è necessaria per far fronte alle richieste di movimento senza affaticamento. Ottimale sarebbe quello di includere un approccio generale di forza e di condizionamento sia per l'ottimizzazione delle prestazioni che per la riduzione del rischio infortuni. Spesso l'allenamento specifico e la gara forniscono uno stimolo sufficiente per l'adattamento e il mantenimento della componente metabolica. Tuttavia, è importante monitorare le risposte delle risorse dei giocatori all'allenamento. Il quinto punto della strategia prevede il miglioramento degli schemi di movimento. Tali movimenti devono essere eseguiti in direzioni, velocità e piani diversi per migliorare il movimento atletico e ridurre il rischio di potenziali lesioni. La pratica del movimento atletico sfida la coordinazione, il timing, il controllo neuromuscolare ed è associata a una maggiore capacità di esprimere e applicare la forza in modo funzionale. I programmi che incorporano il movimento atletico con una buona tecnica e ripetizione possono migliorare il controllo e il sequenziamento neuromuscolare. Un approccio graduale che si basa su una buona tecnica a velocità più basse e compiti semplici, stabilisce una competenza di base che supporta lo sviluppo della velocità e della complessità dell'esercizio, sfidando ulteriormente lo sviluppo neuromuscolare di forza, controllo e sequenziamento all'interno di attività atletiche (Buckthorpe et al.; 2019).

## Capitolo 4 Indagine empirica A.S.D Cairese 1919

L'intento del presente capitolo è svolgere un'indagine empirica sulla frequenza degli infortuni in una società dilettantistica disputante il campionato di eccellenza nelle stagioni sportive 2021-2022 e 2022-23. Un secondo obiettivo sarà quello di esaminare la lesione agli Hamstring confrontando il modello preventivo e riabilitativo della società ASD Cairese 1919 con i più recenti studi della letteratura. Nella stagione 2021-2022 sono stati esaminati 24 calciatori con età media di 24.6. La rosa era composta da 2 portieri, 9 difensori, 7 centrocampisti e 6 attaccanti aventi caratteristiche psicofisiche differenti. Questa stagione è stata caratterizzata dal COVID 19 per tanto il calendario ha subito è stato caratterizzato da un numero inferiore di partite. Sono state 27 le partite stagionali giocate che sono terminate il 9 maggio. L'anno successivo sono state 34 le partite giocate mentre le gare sono terminate il 14 maggio. Nella stagione 2022-2023 sono stati esaminati 27 giocatori con età media di 23 anni. La rosa era composta da 3 portieri, 7 difensori, 8 centrocampisti e 9 attaccanti. Sommando le due stagioni sono stati considerati 41 giocatori differenti con età media di 24 anni. Il primo aspetto emerso è stato il differente stile di vita di ogni giocatore, in particolare, essendo giocatori dilettanti si è potuta riscontrare una grande differenza nella giornata tipo di ogni singolo atleta. Dai capitoli precedenti abbiamo potuto vedere come la fatica psicofisica rientra tra i fattori di rischio di questo infortunio. Abbiamo perciò suddiviso i calciatori tra chi eseguiva un lavoro fisico, un lavoro di ufficio e chi era uno studente. Nelle due tabelle sottostanti vengono rappresentati il numero dei giocatori, il ruolo, il lavoro eseguito e l'età dei calciatori nelle due stagioni sportive. In altrettante tabelle ogni giocatore viene associato al tipo di infortunio subito e al periodo della stagione dell'evento lesivo.

Tabella 1 stagione 2021-2022

Giocatore	ruolo	Lavoro\scuola	Età
1	Portiere	Lavoro fisico	33 anni
2	Portiere	Studente	21 anni
3	Difensore	Studente	19 anni
4	Difensore	Studente	22 anni
5	Difensore	Lavoro fisico	31 anni
6	Difensore	Studente	25 anni
7	Difensore	Studente	19 anni
8	Difensore	Lavoro fisico	26 anni
9	Difensore	Studente	23 anni
10	Difensore	Studente	21 anni
11	Difensore	Lavoro ufficio	25 anni
12	Centrocampista	Studente	20 anni

13	Centrocampista	Disoccupato	29 anni
14	Centrocampista	Studente	26 anni
15	Centrocampista	Lavoro fisico	28 anni
16	Centrocampista	Lavoro fisico	32 anni
17	Centrocampista	Studente	18 anni
18	Centrocampista	Disoccupato	24 anni
19	Attaccante	Lavoro fisico	29 anni
20	Attaccante	Studente	22 anni
21	Attaccante	Lavoro fisico	32 anni
22	Attaccante	Lavoro fisico	27 anni
23	Attaccante	Studente	19 anni
24	Attaccante	Studente	21 anni

Tabella 2 stagione 2021-2022

Giocatore	Tipo infortunio	Minuti giocati	Periodo infortunio
1		1732	
2		563	
3		525	
4		1391	
5	Lesione legamento peroneo astragalico anteriore	1183	Novembre
6	Lesione legamento peroneo astragalico anteriore	1138	Febbraio
7		100	
8		1825	
9		1188	
10		304	
11	Lesione fascia plantare	1448	ottobre
12		1146	
13	Lesione primo grado capo lungo bicipite femorale	1065	Febbraio
14	Lesione 1 grado giunzione miotendinea retto femorale	1319	Febbraio
15		1192	
16	Lesione di primo grado al soleo - lesione primo grado semimembranoso	1296	Ottobre
17	Lesione di primo grado capo lungo bicipite femorale	1615	
18		720	
19		1689	
20	Lesione 2 grado giunzione miotendinea semimembranoso	983	Ottobre
21	Lesione peroneo astragalico anteriore(ottobre)-lesione 1 grado soleo(gennaio)- lesione primo grado retto femorale (marzo) Hamstring: lesione 2 grado semimembranoso(agosto), lesione 1 grado semimembranoso(marzo)	623	
22		1349	
23		207	
24		739	

Tabella 3 stagione 2022-2023

Giocatore	Ruolo	Lavoro-scuola	Età
1	Portiere	Lavoro fisico	33 anni
2	Portiere	Studente	18 anni
3	Portiere	Studente	20 anni
4	Difensore	Lavoro ufficio	25 anni
5	Difensore	Studente	19 anni
6	Difensore	Studente	20 anni
7	Difensore	Studente	19 anni
8	Difensore	Lavoro fisico	29 anni
9	Difensore	Lavoro fisico	26 anni
10	Difensore	Studente	19 anni
11	Centrocampista	Lavoro fisico	25 anni
12	Centrocampista	Studente	24 anni
13	Centrocampista	Lavoro fisico	28 anni
14	Centrocampista	Lavoro ufficio	22 anni
15	Centrocampista	Studente	20 anni
16	Centrocampista	Studente	18 anni
17	Centrocampista	Studente	20 anni
18	Centrocampista	Studente	18 anni
19	Attaccante	Lavoro fisico	29 anni
20	Attaccante	Lavoro fisico	27 anni
21	Attaccante	Studente	22 anni
22	Attaccante	Studente	19 anni
23	Attaccante	Studente	22 anni
24	Attaccante	Studente	17 anni
25	Attaccante	Studente	24 anni
26	Attaccante	Lavoro fisico	29 anni
27	Attaccante	Lavoro ufficio	34 anni

Tabella 4 2022-2023

Giocatore	Tipo di infortunio	Minuti giocati	Periodo infortunio
1	Lesione legamenti interspinosi D7-D8	2500	Marzo
2		470	
3	Lesione primo grado grande gluteo	0	ottobre
4		2394	
5		1254	
6	Lesione LCA	544	Marzo
7		782	
8	Lesione di secondo grado del semimembranoso	1772	Febbraio
9	Lesione di primo grado bicipite femorale	2052	Ottobre
10	Lesione secondo grado bicipite femorale	81	Novembre-

	Lesione secondo grado bicipite femorale		Febbraio
11		2024	
12	Lesione secondo grado adduttore lungo	1699	Ottobre
13		1633	
14	Lesione peroneo astragalico	1341	Settembre
15	Lesione primo grado grande adduttore	724	Aprile
16		165	
17		2416	
18		2477	
19		1221	
20		2483	
21		285	
22		452	
23	Lesione LCA	563	Gennaio
24		45	
25	Lussazione spalla	1958	Febbraio
26	Lesione legamento peroneo astragalico	483	Agosto
27	Lesione primo grado semimembranoso	450	Novembre

Lo staff tecnico è composto da allenatore, collaboratore tecnico, e preparatore atletico ed hanno fornito la programmazione settimanale degli allenamenti per analizzare il carico a cui erano soggetti i calciatori. I minuti giocati sono stati forniti dal Match Analyst il quale ha una notevole importanza all'interno dello staff tecnico. Si tratta infatti di una figura in stretto legame con l'allenatore che attraverso una tecnologia specifica ricava contenuti video utili all'analisi e al miglioramento delle performance (tecnico-tattiche) della propria squadra. Inseguito, grazie allo staff medico composto da fisioterapista e medico specializzato in traumatologia sportiva sono stati registrati tutti gli infortuni muscolari avvenuti nei differenti periodi della stagione. L'infortunio muscolare per poter essere registrato doveva prevedere dolore acuto e violento durante l'attività attribuibile alla lacerazione di un numero variabile di fibre. Erano esclusi tutti quegli infortuni che non presentavano lacerazioni delle fibre come le contratture e stiramenti. L'infortunio diagnosticato clinicamente richiedeva un minimo di due settimane di assenza dallo sport. I giocatori sono stati sottoposti ad un carico di allenamento che prevedeva quattro allenamenti settimanali più la partita di domenica. Gli allenamenti si svolgevano nella giornata di martedì, mercoledì, giovedì, venerdì ed avevano una durata di 90 minuti circa.

La settimana tipo era così composta:

-Martedì: analisi della partita con Match Analyst della durata di 15 minuti prima della seduta di allenamento, prevenzione, attivazione tecnica, possessi palla, lavoro aerobico.

-Mercoledì: prevenzione, attivazione tecnica, forza funzionale più Small-Sided Games (1vs1, 2vs2).

-Giovedì: potenziamento spalle con elastici, partita 11 vs 11; potenza aerobica per chi non l'ha svolta al martedì o per chi gioca solo un tempo.

-Venerdì: prevenzione, attivazione tecnica, reattività+ sprint, partita libera nello stretto, palle inattive.

-Domenica: gara.

La parte di prevenzione che viene introdotta in ogni allenamento consiste in un percorso propriocettivo e aperture per l'articolazione coxo-femorale al martedì e venerdì mentre al mercoledì prevede core stability ed esercitazioni per ischiocrurali (catena cinetica aperta e chiusa).

L'allenamento aerobico all'interno di un mesociclo prevedeva: l'intermittente, la corsa con variazioni di velocità, le azioni su porta e i possessi palla.

L'intermittente è un tipo di allenamento aerobico basato su cui corse ad intervalli, in cui l'atleta affronta una corsa a buona intensità alternata a periodi di riposo. Ha lo scopo di sviluppare il sistema di trasporto e di utilizzazione dell'ossigeno, senza sollecitare particolarmente il sistema lattacido. L'intermittente avveniva su distanze di 100 metri, 75 metri, 50 metri, 25 metri con lo stesso rapporto lavoro/recupero. In particolare, 100 m (20"-20") – 75 m (15"-15") – 50 m (10"-10") – 25 m (5"-5").

Nella corsa con variazioni di velocità si alternano nei diversi minuti le seguenti variazioni:

-1'20" di fondo lento alternato da 10" di allungo veloce;

-2' 12" di fondo lento alternato a 3" di accelerazioni;

-3' 20" di fondo lento alternato da 10" di allungo veloce;

-4' 20" di fondo lento alternato a 7" di allungo veloce+ 3" di accelerazione;

-5' 20" di fondo lento alternato da 10" di allungo veloce.

A preparazione inoltrata per rendere più intenso l'esercizio, le variazioni vengono eseguite eseguendole con cambi di direzione.

Le azioni su porta si eseguono con varie combinazioni tattiche con i giocatori posizionati nei rispettivi ruoli in modo che compaiono gli stessi metraggi della gara e le stesse gestualità.

Ogni spostamento viene eseguito in allungo veloce e appena terminata l'azione si ritorna alla posizione di partenza in fondo medio.

I possessi palla sono azioni manovrate di due o più giocatori che riescono a trasmettersi la palla eludendo gli interventi degli avversari. Essi vengono svolti in spazi grandi oppure partita 7/7 su campo di 70 metri.

Nella forza funzionale troviamo: sprint a navetta su base di 5 metri con angoli di 90°- 45°- 180°, sprint con arresti; sprint in salita su distanza di 10-15-20 metri; traino con elastici + partite 5vs5 in spazi ristretti; 1vs1 e 2vs2 in spazi ristretti.

Il giorno dopo la partita ogni giocatore esegue una seduta di defaticamento composta da: 15 minuti di fondo lento, mobilità articolare e aperture della coxo-femorale, 10 allunghi sui 50 metri, posture per la catena cinetica posteriore ed esercizi di scarico per la colonna.

La stessa seduta si può fare sostituendo la corsa con nuoto defaticante con vari stili escluso il rana.

Le esercitazioni per la prevenzione degli infortuni ai muscoli flessori del ginocchio prevedevano esercitazioni in catena cinetica aperta e chiusa.

In particolare, gli esercizi praticati dai calciatori in catena cinetica aperta erano: Hip extension, Bridge walk out e Nordic hamstring. Le esercitazioni in catena cinetica chiusa erano Good morning con tirante e Romanian deadlift con bilanciere.

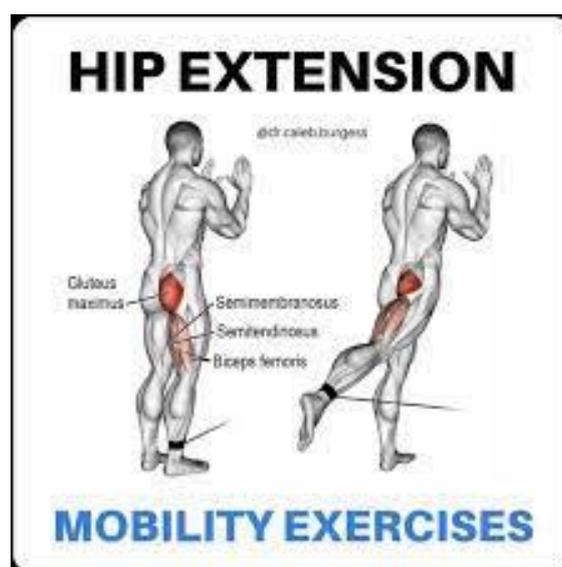


Figura 20-Esecuzione Hip extension. (23)

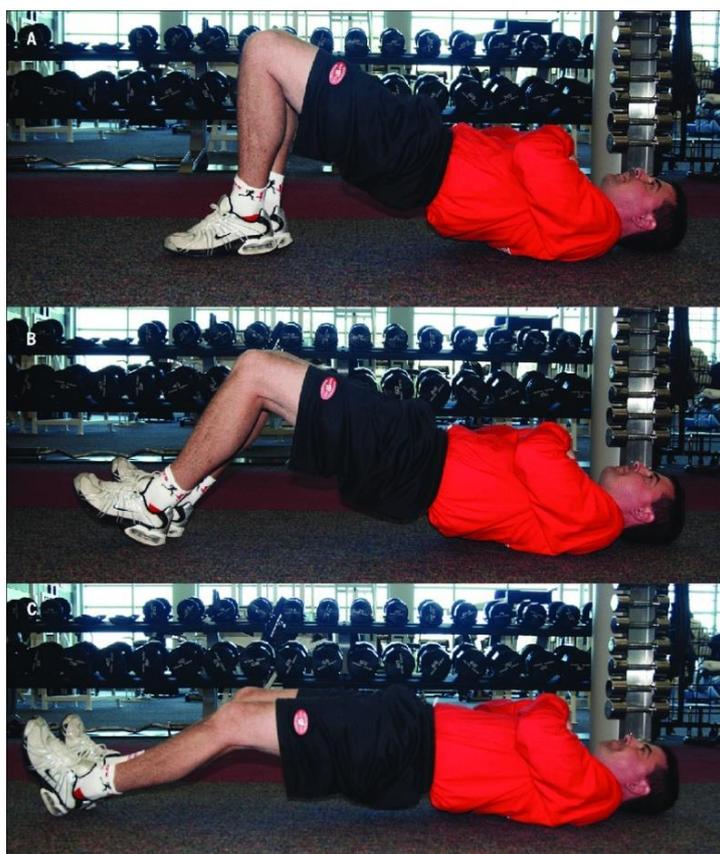


Figura 21-Esecuzione Bridge walk out. (9)



Figura 22-Esecuzione Nordic Hamstring (23)



**CADENA POSTERIOR  
CON TIRANTE  
MUSCULADOR**

- Monoarticular
- Excéntrico/Concéntrico
- Trabajo bilateral
- Cadena cinética cerrada

Figura 23-Ejecución Good Morning con tirante (24)

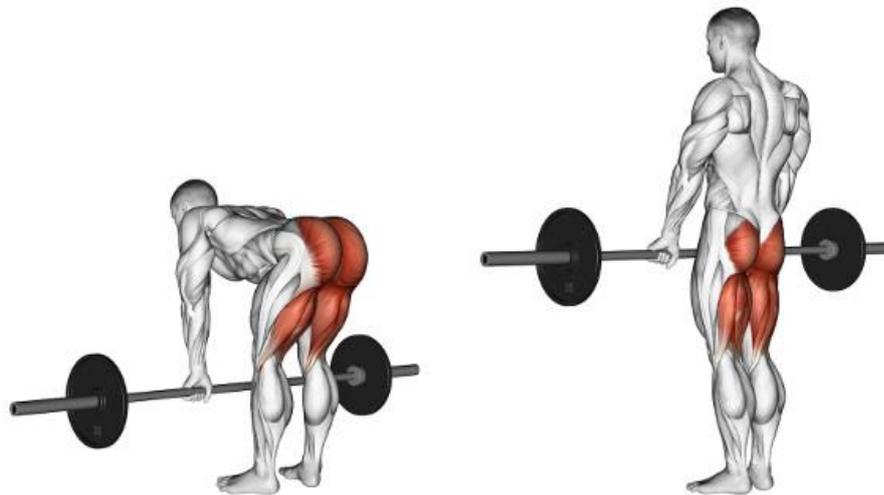


Figura 24-Ejecución Romanian Deadlif con bilanciere. (23)

Nel corso delle due stagioni sportive, sebbene, lo staff tecnico e medico abbiamo prestato molta attenzione al fattore preventivo, le lesioni agli hamstrig hanno rappresentato l'infortunio più diffuso tra i calciatori. In questo capitolo illustrerò i protocolli riabilitativi forniti dal medico specialista di due infortuni avvenuti nella stagione 2022-2023. (25)

Il primo caso riguarda un difensore di età 26 anni che nel mese di ottobre ha subito una lesione di primo grado al bicipite femorale sinistro. Il giocatore compie un lavoro fisico e ha disputato durante la stagione 2052 minuti.

Anamnesi: il calciatore in seguito a contrasto avvenuto in gara ha avvertito progressiva insorgenza di dolore a livello del terzo distale della coscia sinistra.

Esame obiettivo: alla palpazione della regione ferita il soggetto presenta lieve dolore. Il soggetto presenta una minima sensazione di disagio alle manovre contrastate.

Ecografia Muscolo-Tendinea: al terzo distale della componente parafasciale del capo lungo del bicipite femorale sinistro si apprezza una disomogeneità del disegno fascicolare in un'area ipoecogena con reazione iperecogena periferica.

Diagnosi: lesione di primo grado del bicipite femorale sinistro.

### *Protocollo riabilitativo*

#### Prima settimana

-Mobilizzazione passiva rotula, ossa del mesopiede, decoaptazione passiva della sottoastraglica e della coxofemorale bilaterale, allungamento passivo dello psoas per ridurre le rigidità.

-Diatermia capacitiva lungo tutta la catena posteriore, associata a massaggio drenante, senza coinvolgimento dell'area di lesione.

-Messa in azione su cyclette ad altezze crescenti della sella senza carico: 4'x3 sella bassa, media, alta.

-Rieducazione posturale globale.

-Posture di scarico.

-Iniziare a fine settimana potenziamento flessori, dapprima nel rispetto assoluto del dolore contro blanda resistenza manuale del fisioterapista o poi con resistenze elastiche.

-Introdurre se ben tollerato step up e step down, lateral step, sliding boards e carioca

## Seconda settimana

-Introdurre massaggio anche nella zona di lesione ma di drenaggio e non trasverso profondo.

-Propedeutica alla corsa su bouncer.

-Camminata veloce su ergometro trasportatore per 3' senza pendenza alternata a 1' di corsa a 8 km/h per 12" complessivi.

-Dalla seduta successiva incremento del lavoro su ergometro trasportatore 4' a seduta fino a 20'.

-Proseguire il potenziamento con le macchine anche in eccentrica a carichi gradualmente.

-Potenziare stabilizzatori del tronco.

-Se tutto ben tollerato riatletizzazione in linea senza scatti ultima seduta settimanale.

## Terza settimana

-Riatletizzazione senza vincoli.

-Psicocinetica con traini elastici. Sono esercizi che servono per percepire a livello sensoriale le variazioni che si hanno nelle contrazioni di forza e nell'equilibrio degli appoggi che si determinano con l'utilizzo di spostamenti in diverse direzioni e orientamenti contro una resistenza esterna.

-Lateralità con slalom tra i conetti larghi 2 m con pallone, poi restrizione spazi ed infine spazi stretti senza pallone.

-Tecnica individuale con appoggi < 20 m radenti, poi incremento gittata infine parabole alte. Si tratta del gesto specifico del calcio che rappresenta il mezzo di comunicazione fra due o più compagni di squadra, esso viene anche chiamato passaggio.

-Lavori situazionali 1vs0 1vs1 1vs2. I lavori situazionali sono allenamenti basati sulla riproduzione di situazioni di gioco realistiche che accadono durante le partite.

-Tecnica e tattica di gruppo

-Se tutto ben tollerato, a fine settimana, introduzione in partitine con pettorina diversa dalle due squadre ed impiego da jolly di appoggio senza impieghi di contrasto e marcature. Il jolly

è quel giocatore che nell'esercitazione agisce sempre con la squadra che è in fase di possesso palla evitando scontri fisici con gli avversari.

Prognosi: tre settimane dalla data odierna al reintegro in gruppo.

Il protocollo riabilitativo ha avuto successo in quanto il giocatore è riuscito a ritornare in squadra nei tempi prestabiliti senza infortuni e ricadute.

Il secondo infortunio riguarda un difensore di 19 anni che nel mese di novembre 2022 ha subito una lesione di secondo grado del bicipite femorale. Il giocatore è uno studente e durante la stagione ha disputato 81 minuti.

Anamnesi: il calciatore in allenamento durante uno sprint, ha avvertito un dolore acuto alla regione posteriore della coscia sinistra con progressiva impotenza funzionale.

Esame obiettivo: modesta dolenzia alla palpazione profonda della coscia, che incrementa durante la corsa contro resistenza.

Ecografia: lo studio ecografico evidenzia grossolana discontinuità del terzo prossimale del bicipite femorale sinistro, in un'area ipo-anecogena con intensa reazione iperecogena periferica. L'area si situa a livello della componente parafasciale mediale e coinvolge l'aponeurosi comune al semitendinoso.

Diagnosi: Lesione di secondo grado del bicipite femorale sinistro.

*Protocollo riabilitativo:*

Prima settimana e seconda settimana

-Diatermia capacitiva e massaggio drenante della regione posteriore della coscia e paravertebrale senza coinvolgimento dell'area di lesione.

-Decoaptazione della coxofemorale ed allungamento cauto dello psoas associata a scarico della catena posteriore senza tensioni che creino disagio.

-La seconda settimana messa in azione su cyclette senza carico o con carico minimo 4x3'.

-Possibile associare nuoto con tavoletta infragambe.

Terza settimana

-Massaggio con analoghe caratteristiche anche su area di lesione.

-Camminata in piscina (acqua a livello del torace) con variazioni di direzione, sliding boards e carioica.

-Rieducazione posturale globale.

Quarta settimana

-Potenziamento dell'arto inferiore in toto e propriocezione di ginocchio e caviglia, ma per i flessori potenziamento solo contro resistenza manuale del terapeuta in modalità eccentrica e poi con elastici.

-Step up e step down frontale e laterale.

-Sliding boards e carioica a secco.

Quinta settimana

-Propedeutica corsa su bouncer e se tollerato senza disagio su ergometro trasportatore. Eseguire 3' di camminata senza pendenza alla massima velocità alternata a 1' di corsa a 8 km/h per 12' complessivi.

-Incrementare di 4' a seduta fino ad arrivare a 20' ben tollerati.

Data prossimo controllo: controllo e ulteriore programmazione a 5 settimane.

Prognosi: 10 settimane

Anamnesi: il soggetto viene al controllo programmato. Tutti i lavori proposti sono stati effettuati senza alcun disagio.

Ecografia Muscolo-Tendinea: lo studio ecografico condotto a livello della nota lesione evidenzia apposizione di tessuto riparazione a differente componente ecogena. Si apprezza il riassorbimento della falda fluida descritta nella precedente valutazione.

*Protocollo riabilitativo:*

Prima settimana

-Mantenere gli stessi lavori della quinta settimana del programma precedente aggiungendo potenziamento con leg curl a carichi molto gradualmente e ben tollerati sia in modalità eccentrica che concentrica.

Seconda settimana

-Proseguire il lavoro di recupero della forza ed introdurre la corsa di fondo medio.

-Inserire le conduzioni del pallone con slalom tra i conetti larghi 2 m.

Terza settimana

-Passare alla conduzione del pallone con slalom su spazi più stretti e poi senza pallone

-Incrementare dei lavori di corsa evitando ancora gli scatti ma inserendo allunghi.

-Psicocinetica con traini elastici.

Quarta settimana

-Riatletizzazione senza vincoli.

-Tecnica individuale, calciata con pallone radente < 20, poi incremento gettata ed infine parabole alte.

-Test di forza e propriocezione/stabilità/equilibrio.

Quinta settimana

-Eventuale correzione dei deficit emersi dai test

-Proseguire la riatletizzazione

-Lavori situazionali 1vs0, 1vs1, 1vs2, tattica di gruppo

-A fine settimana prima introduzione in partitine con pettorina diversa dalle due squadre ed impiego da jolly di appoggio senza obbligo di contrasti e marcature.

### **Discussione indagine**

Dai risultati era emerso che nelle due stagioni sportive il 65% degli infortuni avvenivano ai quattro muscoli principali degli arti inferiori. In particolare, possiamo vedere come le regioni più colpite erano: Hamstring 61%, retto femorale 11%, soleo 11%, adduttore 11% e gluteo 6%. Nella prima stagione, la percentuale degli infortuni agli ischiocrurali rispetto a tutti gli infortuni registrati è stata del 43%, nella stagione 2022/2023 è scesa al 36%. Sommando le due stagioni la percentuale di questo infortunio rispetto a tutti gli infortuni traumatici e muscolari è circa del 40%. Tuttavia, va sottolineato come la stagione 2021-2022 sia stata fortemente influenzata dalla pandemia di COVID-19. In questa stagione sportiva nonostante si fosse giocato di meno rispetto alla stagione successiva, il numero delle lesioni muscolari è stato superiore. I calciatori, inoltre, sono andati incontro a diverse problematiche muscolari di inferiore gravità come contratture e stiramenti.

Alcune ricerche scientifiche dimostrarono come l'infezione da SARS-CoV-2 fosse associata ad un aumento del numero di lesioni muscolari. I risultati del loro studio dimostrarono come i calciatori affetti da questa infezione avevano un rischio maggiore del 36% di subire lesioni muscolari rispetto ai calciatori ai giocatori che non avevano mai contratto il COVID-19. Nonostante il COVID-19 colpisca principalmente il sistema cardio-respiratorio, l'infezione da SARS-CoV-2 può influenzare la funzione muscolare, compromettendo la capillarizzazione periferica e di conseguenza diminuendo l'assorbimento di ossigeno muscolare, limitando le vie metaboliche ossidative. Questa limitazione del sistema metabolico aerobico può, in un'attività sportiva intermittente ad alta intensità come il calcio, indurre prematuramente uno stato di affaticamento, che rappresenta un fattore predisponente al danno muscolare indiretto. Infatti, la fatica può alterare il modello di reclutamento muscolare e la produzione di forza, aumentando così il rischio di lesioni muscolari. Inoltre, la riduzione della capacità ossidativa del muscolo aumenta il coinvolgimento del metabolismo anaerobico lattacida a parità di intensità di sforzo, dando luogo a successiva acidosi muscolare prematura. Un aumento dell'acidosi muscolare porta ad una maggiore fragilità delle fibre muscolari e successivamente ad un rischio maggiore di lesioni muscolari. (Corsini et al.; 2023)

I due protocolli riabilitativi illustrati hanno portato risultati diversi. Nel primo caso il soggetto una volta eseguito il programma affidatogli dal medico è rientrato in gruppo con ottimi risultati e nei tempi previsti. Nel secondo caso analizzato l'atleta, una volta rientrato a pieno regime in squadra, ha riscontrato un caso di recidiva nella zona adiacente alla precedente lesione dello stesso bicipite. Dai capitoli precedenti abbiamo potuto vedere come una storia di precedenti lesioni a livello della muscolatura flessoria rappresenta un importante rischio di recidiva. Alcuni autori considerano un'antecedente storia lesionale come il primo dei fattori di rischio. Il rischio di recidiva di recidiva sembrerebbe aumentare parallelamente al numero di precedenti incidenti e decresce in funzione in funzione del tempo trascorso dall'ultimo incidente occorso. La ragione di questa correlazione potrebbe risiedere nell'inadeguatezza del tessuto cicatriziale in funzione del numero dei precedenti incidenti e del periodo di tempo trascorso rispetto all'ultimo evento lesivo.

Una ricerca scientifica aveva mostrato che i soggetti che avevano subito una lesione agli Hamstrig potevano andare incontro ad un rimodellamento muscolotendineo a lungo termine. Dallo studio era emerso che il 79% dei soggetti precedentemente feriti presentavano evidenti cicatrici residue nel sito presunto della lesione che persistevano per un minimo di cinque mesi dopo la lesione. Gli autori avevano notato che i soggetti precedentemente

infortunati presentavano un capo lungo del bicipite femorale significativamente più piccolo un capo breve più grande sull'arto precedentemente infortunato. Un altro aspetto importante era dovuto al fatto che il tessuto cicatriziale adiacente al sito della precedente lesione può alterare la meccanica della contrazione muscolare in vivo. In particolare, le fibre di collagene che compongono il tendine rimodellato tendono ad essere meno ben organizzate, con proprietà di rigidità diverse rispetto al tendine normale. Nello specifico, il tessuto cicatriziale può aumentare la rigidità meccanica complessiva del tessuto miofibroso che sostituisce, il che potrebbe richiedere un allungamento maggiore delle fibre muscolari per ottenere la stessa lunghezza muscolotendinea complessiva rispetto allo stato pre-lesione. Si era potuto vedere che la maggior parte delle lesioni ricorrenti si verificavano nella stessa gamba e nella stessa posizione (cioè, prossimale o distale) della lesione precedente, dove i normali meccanismi della contrattilità sono probabilmente compromessi. (Amy Silder et al.; 2008)

In uno studio vennero analizzati attraverso test isocinetici 15 atleti con precedente lesione evidenziarono una diminuzione dell'attività della forza e dell'attività dell'EMG. La perdita di forza muscolare in seguito a lesione muscolare è stata attribuita alla perdita di integrità strutturale, come modifiche ai sarcomeri, infiltrazione di grasso e modifiche nel volume muscolare. Sebbene, abbiamo potuto vedere dai capitoli precedenti che il rischio di infortunio aumenta con l'età, tuttavia, anche i soggetti più giovani possono essere colpiti. Infatti, nel corso delle due stagioni sportive diversi giocatori con età media inferiore ai 20 anni sono andati incontro a questo tipo di infortunio. Possiamo dire come molto spesso i giovani non sono abituati ad allenarsi ad alta intensità e questo incide negativamente sulla prevenzione degli infortuni. Risulta importante preparare i giovani calciatori a raggiungere la massima velocità durante il gioco ma anche a sviluppare buone capacità sia di accelerazione che di decelerazione. Un altro aspetto che ha inciso sugli infortuni è stato sicuramente lo stile di vita diverso tra i giocatori. È apparso come i giocatori che svolgevano un lavoro fisico stancante prima di una seduta di allenamento erano più soggetti ad infortunarsi. In una squadra dilettantistica come anche nel mondo professionistico risulta fondamentale cercare di attuare un programma di allenamento il più individualizzato possibile in modo da rispettare il giusto carico di lavoro per ogni giocatore. Ogni giocatore ha una storia diversa e bisogna sempre tenere a mente ogni aspetto per migliorare la sua prestazione. (Sole et al.; 2011)

## Conclusioni

Gli studi più recenti hanno dimostrato che gli infortuni ai muscoli posteriori della coscia sono tra i più frequenti nel calcio. Di tutte le lesioni muscolari agli arti inferiori, queste rappresentano circa il 40%. Il calcio è uno sport di situazione dove gli atleti sono coinvolti in gestualità che espongono il calciatore al rischio infortunio. L'alta velocità delle richieste di gioco, gli arresti improvvisi, le ripartenze, i repentini cambi di direzione e le azioni tecnico specifiche ad alta velocità sono tutte gestualità che comportano forti sollecitazioni a gruppo muscolare. In questo elaborato ho potuto comprendere la profonda connessione tra meccanismo di lesione, fattore di rischi e prevenzione. Sono stati individuati principalmente due meccanismi di lesione, uno di tipo sprint e l'altro di tipo stretch. In particolare, molti autori studiando la biomeccanica della corsa hanno potuto vedere come la maggior parte degli infortuni si verificano durante la fase finale dell'oscillazione nella corsa ad alta velocità. In questo istante del ciclo di corsa, infatti, i muscoli posteriori della coscia devono tollerare un momento di intenso allungamento o contrazione eccentrica. I fattori di rischio presi in esami sono stati suddivisi in: intrinseci imm modificabili, intrinseci modificabili ed estrinseci. Sebbene, i fattori di rischio intrinseci modificabili come la limitata flessibilità o l'alterazione dell'equilibrio muscolare siano quelli dove è possibile intervenire direttamente, anche i fattori estrinseci hanno un ruolo fondamentale. Gli autori dimostrarono che la mancanza di comunicazione tra il personale medico e il personale tecnico rappresentava un fattore di rischio a cui prestare molta cura. La natura multifattoriale degli infortuni muscolari prevede di conseguenza strategie di prevenzione olistiche che possano incidere su più fattori. L'uso dell'allenamento eccentrico per la forza dei muscoli posteriori della coscia è la strategia basata sull'evidenza più ampiamente ricercata e raccomandata per la prevenzione di questo infortunio. Gli esercizi eccentrici hanno dimostrato di ridurre significativamente il rischio di lesioni primarie e secondarie (65%-85%). L'allenamento della forza eccentrica comporta anche alterazioni dell'architettura muscolare, in particolare l'allungamento della lunghezza del capo lungo del bicipite femorale. Abbiamo potuto vedere come i fasci più corti, con meno sarcomeri in serie, possano essere più suscettibili a essere sottoposti a stiramenti eccessivi e ad avere danni provocati attraverso potenti azioni eccentriche, tipiche della fase terminale di oscillazione della corsa ad alta velocità. Un altro aspetto importante riguarda la gestione ottimale del carico; infatti, un aumento non graduale ha aumentato il rischio di lesione agli ischiocrurali. L'allenamento della stabilità lombo-pelvica si è dimostrato fondamentale nella prevenzione degli infortuni. Infatti, il bacino è il principale responsabile del trasferimento del

carico tra gli arti inferiori e la colonna vertebrale. Altri elementi fondamentali nella prevenzione di queste lesioni muscolari sono un buon condizionamento fisico e una buona tecnica di movimento atletico.

Per quanto riguarda l'indagine ho potuto verificare come la maggior parte degli infortuni avvenuti in due stagioni sportive hanno interessato principalmente gli arti inferiori. In particolare, la zona più colpita è stata quella degli Hamstring 61%. Prendendo in esame tutti gli infortuni registrati nelle due stagioni, la percentuale di questo infortunio è del 40%. Nella stagione 2021/2022 gli infortuni muscolari sono aumentati a causa della pandemia COVID-19. I giocatori sono stati coinvolti in numerose contratture e stiramenti muscolari che, sebbene non analizzate nell'indagine, hanno inciso negativamente sui risultati della squadra. I calciatori affetti da questa infezione avevano un rischio maggiore del 36% di subire lesioni muscolari rispetto ai calciatori ai giocatori che non avevano mai contratto il COVID-19. Nonostante il COVID-19 colpisca principalmente il sistema cardio-respiratorio, l'infezione da SARS-CoV-2 può influenzare la funzione muscolare, compromettendo la capillarizzazione periferica e di conseguenza diminuendo l'assorbimento di ossigeno muscolare, limitando le vie metaboliche ossidative. La strategia di prevenzione utilizzata, sebbene indispensabile per ridurre gli infortuni, non si è rivelata sufficiente per tutti i soggetti. In particolare, dai casi esaminati ho potuto confermare come una storia di precedenti lesioni a livello della muscolatura flessoria rappresenta un importante rischio di recidiva a causa del tessuto cicatriziale che potrebbe alterare la meccanica della contrazione muscolare. Ho riscontrato che l'aumento dell'età rappresentava un fattore di rischio ma anche i più giovani potevano andare incontro a questo tipo di infortunio probabilmente a causa della disabitudine a certi carichi di lavoro e agli allenamenti ad alta intensità. Un altro fattore importante soprattutto nelle realtà dilettantistiche è lo stile di vita. L'alimentazione, il riposo e il benessere psicofisico incidono fortemente sull'allenamento e di conseguenza anche sul rischio di infortuni. Concludendo, ritengo che per cercare di ridurre gli infortuni si dovrebbe individualizzare il più possibile il programma d'allenamento in modo da tenere conto delle caratteristiche psichiche e fisiche dell'atleta e dei risultati da conseguire. Per ottimizzare l'allenamento individuale risulta fondamentale all'interno di una squadra avere una buona comunicazione tra giocatori, staff tecnico e medico.

## **Bibliografia**

Bisciotti G.; 2010; Le lesioni muscolari; Eziologia, biologia e trattamento; Calzetti Mariucci Editori; Ferriera di Torgiano (PG);

Boyle M.; 2018; Allenamento funzionale applicato allo sport; Olympian's Editore; Figline e Incisa Valdarno (FI).

Sannicandro I., Traficante P.; 2017; Hamstring; Dal rischio di infortunio alle strategie di prevenzione; Edizioni Correre; Milano.

## Sitografia

### CAPITOLO 1.

Afonso J. et al.; 2021; The Hamstrings: Anatomic and Physiologic Variations and Their Potential Relationships With Injury Risk; Front Physiol.

Ekstrand J. et al.; 2022; Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22; British Journal of Sports Medicine.

López-Valenciano A. et al.; 2019; Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis; British Journal of Sports Medicine.

Raya-Gonzalez J. et al.; 2020; A Longitudinal Investigation of Muscle Injuries in an Elite Spanish Male Academy Soccer Club: A Hamstring Injuries Approach; 208 MDPI Journal Awarded Impact Factor.

### CAPITOLO 2.

D'Onorio R. et al.; 2019; The return to sport after muscular injury of the "Hamstring". A Systemic Review.; Italian Journal of Sport Rehabilitation and Posturology.

([www.scienzeesport.com](http://www.scienzeesport.com))

### CAPITOLO 3.

Bourne M. et al.; 2017; Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention; British journal of sport medicine.

Buckthorpe M. et al.; 2019; Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice; British Journal of Sport Medicine.

Danielsson A. et al.; 2020; The mechanism of hamstring injuries-a systematic review; BMC Musculoskelet Disord.

Ekstrand J. et al; 2023; Risk factors for hamstring muscle injury in male elite football: medical expert experience and conclusions from 15 European Champions League clubs; BMJ Open Sport Exerc Med.

Fernandez-Gonzalo R. et al.; 2016; Individual Muscle use in Hamstring Exercises by Soccer Players Assessed using Functional MRI; International journal of sports medicine.

Heiderscheit B. et al.; 2010; Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation and Injury Prevention; Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy;

Huygaerts S. et al.; 2020; Mechanisms of Hamstring Strain Injury: Interactions between Fatigue, Muscle Activation and Function; Sports (Basel).

Jokela A. et al.; 2023; Mechanisms of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: Video Analysis and Magnetic Resonance Imaging Findings; Annals of Medicine.

Mendiguchia J. et al.; 2014; Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players; Scandinavian journal of medicine e science in sports.

Ribeiro-Alvares J. et al.; 2020; Prevalence of Hamstring Strain Injury Risk Factors in Professional and Under-20 Male Football (Soccer) Players; J Sport Rehabil.

Van de Hoef P. et al.; 2019; Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? - A cluster-RCT; Scandinavian journal of medicine e science in sports.

([www.projectinvictus.it](http://www.projectinvictus.it))

#### CAPITOLO 4.

Corsini A. et al.; 2023; Are Football Players More Prone to Muscle Injury after COVID-19 Infection? The "Italian Injury Study" during the Serie a Championship; Int J Environ Res Public Health.

Silder A. et al.; 2008; MR observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury; Skeletal Radiol.

Sole G. et al.; 2011; Selective strength loss and decreased muscle activity in hamstring injury; The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.

([www.Fidias.net.com](http://www.Fidias.net.com))

([www.fitnessvolt.com](http://www.fitnessvolt.com))

## **Altre fonti**

Cartelle cliniche Dott. Giacchino M; Medical Lab; Corso Alessandria 226- Asti.

Seminario “All Around Soccer” 13/02/23

Webinar “Pandemia ed Infortuni” 20/04/2023