

## **INDICE**

<b>1. MOTIVAZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 ANATOMIA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 INCIDENZA E EZIOPATOGENESI.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 TIPOLOGIA E SEVERITÀ DI LESIONE.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 FATTORI DI RISCHIO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 PREVENZIONE INFORTUNI.....</b>	<b>10</b>
<b>3. STRATEGIA E METODI.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 SCOPO TESI.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 STRATEGIE DI RICERCA.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 CRITERI DI INCLUSIONE.....</b>	<b>12</b>
<b>4. DESCRIZIONE DEGLI STUDI.....</b>	<b>13</b>
<b>5. RIEPILOGO STUDI.....</b>	<b>31</b>
<b>6. DISCUSSIONE.....</b>	<b>33</b>
<b>7. PROTOCOLLO DI PREVENZIONE.....</b>	<b>37</b>
<b>7.1 TABELLA RIASSUNTIVA PROTOCOLLO DI         PREVENZIONE.....</b>	<b>39</b>
<b>8. CONCLUSIONE.....</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>40</b>

## **1. MOTIVAZIONE**

Per il mio lavoro di Tesi ho scelto un argomento nell'ambito sportivo perché fin da piccolo sono sempre stato una persona che ha vissuto in questo tipo di realtà. Tutt'ora mi diverto con gli amici a svolgere ogni tipo di sport. Fino a pochi anni fa, ero un atleta agonistico di atletica leggera. La mia specialità era: 400 metri ad ostacoli.

Purtroppo i molteplici infortuni mi hanno costretto a terminare, anzi tempo, la mia carriera. La maggior parte di essi riguardavano lesioni agli ischiocrurali (o hamstring) nella coscia sia destra che sinistra. Le numerose recidive e quindi i vari fallimenti dei protocolli di prevenzione, che ho attuato, mi hanno spinto ad informarmi su questa patologia. Seguendo anche il mondo del calcio, ogni settimana vengono registrati infortuni in quel distretto muscolare. Pertanto ho scelto quale argomento della mia Tesi la prevenzione degli infortuni a livello dei m. hamstring .

## **2 INTRODUZIONE**

Le lesioni a livello dei muscoli posteriori della coscia sono le lesioni muscolari più comuni negli sport di contatto e hanno un alto tasso di recidiva. Dunque la prevenzione diventa molto rilevante.

L'importanza della prevenzione degli infortuni si basa sull'analisi dell'impatto che le lesioni rappresentano sia per l'atleta che ne soffre sia per l'istituzione o la squadra a cui appartiene. Da questa prospettiva, l'impatto degli infortuni nelle aree sociali e lavorative (assenteismo, guadagni interrotti, diminuzione della produttività), risultati atletici (impatto sulla squadra, riduzione della competitività e delle prestazioni), salute psicologica ed emotiva (incapacità di svolgere il proprio sport, pressioni esterne ed interne, ecc.) e fattori economici (risorse mediche, riabilitazione, costi istituzionali, costi personali) è fondamentale e sottolinea tutti gli sforzi per prevenire infortuni atletici e minimizzare questo impatto.<sup>1</sup>

Analizzata da questa prospettiva, l'importanza di affrontare il problema degli infortuni assume un'altra dimensione. Da sottolineare, inoltre, che il livello competitivo delle squadre sportive è influenzato in modo significativo qualora esse non possano contare su determinati giocatori a causa di un infortunio. Ciò significa che la definizione di

misure volte a ridurre l'incidenza di lesioni in diversi sport è tanto importante quanto l'implementazione di metodi di allenamento che migliorano il livello di prestazioni degli atleti.

Comprendere che gli infortuni sportivi rappresentano un problema che deve essere affrontato e che, pertanto, l'obiettivo più importante è quello di mettere un atto un modello mirato a ridurli, ed una spiegazione del seguente modello potrebbe rivelarsi utile.

Nel 1992, Van Mechelen presentò il primo modello sequenziale per la ricerca sulla prevenzione degli infortuni.<sup>2</sup> Si tratta di un modello a quattro fasi che è stato applicato con successo e la cui accettazione deriva dalla sua semplicità e praticità. Consiste in un processo di quattro fasi ben definite:

- 1) Stabilire la reale portata della problematica lesionale: incidenza, severità, tipologia e sede anatomica;
- 2) Identificare l'eziologia e i fattori di rischio;
- 3) Valutare l'applicabilità e l'efficacia attraverso la riapplicazione del primo step;
- 4) Introdurre misure preventive.

Si prenderà questo schema come spunto per sviluppare la tesi.

## **2.1 ANATOMIA**

I muscoli ischiocrurali si trovano nella loggia posteriore della coscia. Si dividono in tre muscoli: bicipite femorale, semitendinoso e semimembranoso. Questi muscoli condividono le stesse caratteristiche:

- si inseriscono sulla tuberosità ischiatica (con l'eccezione del capo breve del muscolo bicipite femorale);
- sono muscoli bi-articolari che permettono l'estensione dell'articolazione dell'anca e la flessione dell'articolazione del ginocchio;
- sono innervati dal nervo ischiatico.

Circondano la parte posteriore del ginocchio (poplite), formano i margini prossimali della fossa poplitea. Il muscolo *bicipite femorale* è il più laterale dei muscoli ischiocrurali. Come indica il suo nome, questo muscolo di forma allungata presenta due

capi, lungo e breve. Superiormente, il capo lungo, più superficiale, si inserisce sull'osso dell'anca (tuberosità ischiatica), mentre il capo breve, più profondo, si fissa sul femore (terzo medio della linea aspra). Il tendine comune, di forma arrotondata, si inserisce sulla testa della fibula. Può essere palpato e osservato con estrema facilità oltre il ginocchio, in particolare quando quest'ultimo è in flessione.

Il muscolo *semitendinoso* è un muscolo fusiforme con un tendine terminale lungo e sottile. È situato sul lato mediale della coscia, insieme al muscolo semimembranoso. È in posizione più superficiale rispetto al muscolo semimembranoso. Si estende dall'anca alla tibia (infatti anch'esso è un muscolo bi-articolare). Il tendine terminale si espande a ventaglio sulla parte superiore della faccia mediale del corpo della tibia, dove va a costituire il piano più profondo della zampa d'oca, che è sottostante a quello del muscolo sartorio (piano superficiale) e del muscolo gracile (piano intermedio).

Il muscolo *semimembranoso* è situato più in profondità rispetto al muscolo semitendinoso. È un ampio muscolo il cui nome deriva dalla forma membranosa e appiattita del suo tendine di inserzione prossimale. Il tendine di inserzione distale si divide in 3 porzioni:

- una parte discendente che si inserisce direttamente sulla faccia posteriore del condilo mediale della tibia. Questa parte di tendine prende il nome di tendine diretto.
- una parte che, decorrendo in alto e in fuori, va a rinforzare e stabilizzare la parte posteriore della capsula dell'articolazione del ginocchio. Questa parte di tendine prende il nome di legamento popliteo obliquo o tendine ricorrente.
- infine una terza parte, con decorso anteriore, che termina anteriormente al condilo mediale della tibia. Quest'ultima porzione prende il nome di tendine riflesso.

Per quanto riguarda le azioni dei muscoli ischiocrurali, dobbiamo distinguere quelle a punto fisso sull'anca e quelle a punto fisso sulla gamba.

-Punto fisso sull'anca: tutti e 3 i muscoli ischiocrurali sono coinvolti nell'estensione dell'anca: essi portano il femore indietro quando l'arto inferiore non è in appoggio. Questa azione è condotta nella fase di oscillazione posteriore dell'arto durante il cammino o la corsa. L'altra azione che svolgono è la flessione del ginocchio. A

ginocchio flesso i muscoli ischiocrurali mediali (semitendinoso e semimembranoso) producono movimenti di rotazione interna del ginocchio, mentre il muscolo bicipite femorale ruota esternamente il ginocchio. Le due azioni dei muscoli ischiocrurali, estensione dell'anca e flessione del ginocchio, non possono essere svolte contemporaneamente al massimo livello; la massima flessione del ginocchio richiede una contrazione massimale dei muscoli ischiocrurali tale da non permettere contemporaneamente la completa estensione della coscia. Allo stesso modo, durante la massima estensione dell'anca i muscoli ischio crurali si contraggono a tal punto che non possano accorciarsi ulteriormente per agire al meglio sul ginocchio.

- Punto fisso sulla gamba: i muscoli ischiocrurali, insieme con il potente muscolo gluteo, estendono l'anca quando il tronco è inclinato in avanti.<sup>3</sup>



Figura 1: localizzazione muscoli posteriori della coscia

## 2.2 INCIDENZA E EZIOPATOGENESI

Per contestualizzare e quantificare il problema valutiamo l'incidenza degli infortuni a livello dei muscoli flessori della coscia.

Questo gruppo muscolare è il più soggetto ad infortuni negli sport da contatto, in particolare il m. bicipite femorale viene comunemente interessato da lesioni di diversa gravità negli sport in cui prevale lo sprint. Ciò corrisponde innegabilmente alle caratteristiche di sport come il calcio, il rugby, il basket e così via. Non sorprende che la lesione di questo gruppo muscolare causi preoccupazione per la salute degli atleti e rappresenti un problema significativo in molti contesti competitivi a diversi livelli. Secondo Ekstrand et al., 2011<sup>4</sup>, la maggior parte degli infortuni muscolari nel calcio sono localizzati agli arti inferiori: i più colpiti sono gli ischio-crurali (37%), seguiti dagli adduttori (23%), dai quadricipiti (19%) e dai muscoli del polpaccio (13%). L'infortunio agli ischio-crurali è la tipologia più comune di infortuni muscolari nel calciatore, rappresenta infatti il 12% di tutti gli infortuni e il 37% di tutti gli infortuni muscolari nel calcio professionistico maschile.

L'incidenza è rilevante sia negli sport di squadra sia in quelli individuali; infatti le lesioni muscolari a livello dei m. hamstring rappresentano il 12% degli infortuni totali nei calciatori europei, oltre il 10% nel football americano, il 13% nei giocatori di NFL e nel rugby inglese occupano attualmente il secondo posto nella lista degli infortuni con maggior incidenza. Per quanto riguarda gli atleti di sport individuali, sappiamo ad esempio che un corridore deve aspettare in media 16 settimane per tornare all'attività sportiva senza restrizioni, un ballerino addirittura 50 settimane. Queste lesioni, inoltre, sono soggette ad un alto tasso di recidiva, calcolato tra il 12 e il 34%. Negli atleti che hanno subito una lesione muscolare si possono evidenziare delle differenze tra l'arto lesionato e quello non danneggiato: minore forza eccentrica del m. flessore del ginocchio, un rapporto di forza inferiore ischiocrurali/quadricipite e una minore attività mioelettrica volontaria durante la contrazione eccentrica.

Sono stati condotti molteplici studi allo scopo di ricercare le motivazioni di questo alto tasso di incidenza ed i meccanismi lesionali. Sulla base della letteratura disponibile vi è un consenso relativo nel ritenere che il principale meccanismo di lesione sia il movimento eccentrico ad alta velocità da parte di questo gruppo muscolare mentre si trova in una posizione di massima lunghezza (stretching attivo) nell'ultima fase di oscillazione durante la corsa. La lesione *sprint-type* degli ischio-crurali si verifica tipicamente nella corsa esplosiva. Analisi biomeccaniche condotte da Chumanov 2007 Heiderscheit & Thelen 2011, Schache et al., 2012<sup>5</sup>, hanno mostrato che la lesione

*sprint-type* agli ischio-crurali si ha in particolare nella parte terminale della fase di volo durante lo sprint, proprio prima che il piede tocchi terra. Gli hamstring in quel momento sono allungati in modo submassimale, ma allo stesso tempo devono contrastare le forze isocinetiche della gamba in pre-oscillazione, devono quindi compiere una forza eccentrica in modo molto rapido e brusco. Più è elevata la velocità dello sprint, maggiori sono queste forze isocinetiche. Una forza eccentrica insufficiente rende vulnerabili gli ischio-crurali e li predispone a lesioni durante questa fase dello sprint.

Oltre al tipo di lesione *sprint-type*, si può verificare la lesione di tipo “*strain*” (Kerkhoffs & Servien, 2014)<sup>6</sup>. La maggioranza delle lesioni muscolari tipo “*strain*” agli ischio-crurali si verifica in sport che richiedono corsa ad alta velocità come il calcio, il rugby, il football americano, il football australiano, la pallacanestro e l’atletica leggera. In particolare nel calcio questo tipo di lesione si verifica nel gesto del “calcio al pallone”. Questo perché gli ischio-crurali sono adibiti a frenare la flessione dell’anca e l’estensione del ginocchio, che seguono il calcio al pallone, in una posizione di allungamento e di conseguenza di elevata tensione muscolare. Si è notata infatti una grande attività degli ischio-crurali nell’ultima fase del calcio al pallone, ed è in quel momento infatti che la maggior parte dei calciatori avvertono il dolore a livello della loggia posteriore della coscia come se fosse una “pugnalata”. Pertanto durante questa fase gli ischio-crurali sono sottoposti ad una contrazione attiva in allungamento, ovvero una contrazione eccentrica. Inoltre la combinazione fra flessione d’anca ed estensione di ginocchio induce un notevole stress in allungamento sulla muscolatura ischio-crurale, essendo essa bi-articolare, e quindi bisogna avere una preparazione adeguata per contrastare le molteplici forze che inducono sia allungamento che contrazione del muscolo.

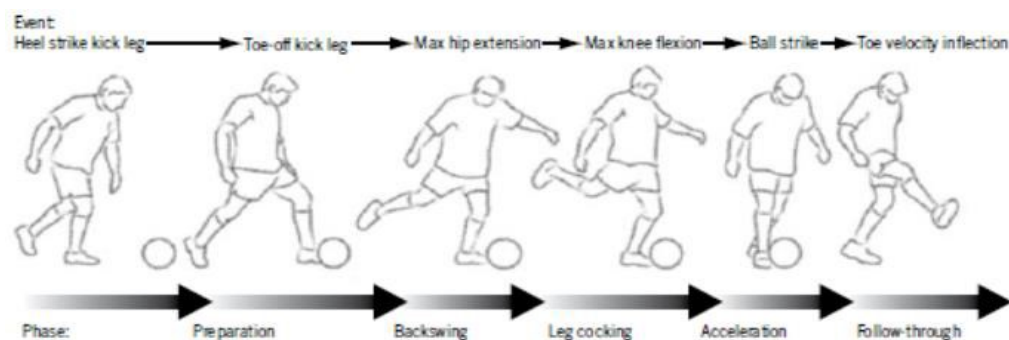


Figura 2: Le sei fasi del calcio al pallone (Brophy et al., 2007) <sup>7</sup>

## 2.3 TIPOLOGIA E SEVERITÀ DI LESIONE

Il meccanismo lesivo comune è il trauma indiretto.

In questo caso si parla di contrattura, elongazione, stiramento, distrazione, strappo, rottura o lacerazione, tali termini si riferiscono a diversi gradi di gravità.

A seconda dell'unità strutturale interessata si distinguono:

- Stiramento muscolare
- Strappo fibra muscolare
- Strappo fascio muscolare
- Strappo muscolare.

Le *cause* delle lesioni da trauma indiretto sono:

- Difetti di postura e di flessibilità
- Fatica
- Velocità del movimento
- Fattori psicologici e articolari
- Condizioni del terreno e atmosferiche

La differenza tra stiramento e strappo è di tipo qualitativo: nello stiramento non c'è mai rottura di fibre muscolari<sup>8</sup>.

- *CONTRATTURA*: il dolore è mal localizzato, insorge a distanza dell'attività sportiva (1-24 h) ed è causato da un'alterazione diffusa del tono dovuto ad affaticamento. Non vi è lesione anatomica.

- *STIRAMENTO* (o elongazione): dolore acuto durante l'attività sportiva, non determina necessariamente impotenza funzionale immediata. Il dolore è dovuto ad ipertono muscolare e sono presenti lesioni sub-microscopiche a livello del sarcomero.

- *STRAPPO* (o distrazione): dolore acuto che insorge durante l'attività sportiva con impotenza funzionale immediata. Il dolore è causato da un marcato ipertono ed è presente una lacerazione delle fibre muscolari accompagnata da stravaso ematico.



Può essere classificato in 3 gradi di gravità:

- Grado 1: lacerazione di poche fibre muscolari, non dell'intero fascio.
- Grado 2: lacerazione di più fasci muscolari, coinvolge meno di 3/4 della superficie di sezione anatomica del muscolo in quel punto.
- Grado 3: rottura muscolare, coinvolge più di 3/4 di sezione, può essere parziale o totale.

L'ecografia, eseguita dopo 48-72 ore dal trauma, permette di identificare l'entità della lesione, è poco sensibile nel quantificare una lesione intermedia che coinvolge più di un solo fascio muscolare, ma non l'intero muscolo.



Figura 3

## 2.4 FATTORI DI RISCHIO

Le cause degli infortuni agli ischio-crurali sono complesse e multifattoriali. In letteratura ci sono numerosi studi che evidenzino specifici fattori scatenanti, tuttavia sembra che ogni fattore operi insieme ad altri come in una rete intricata di determinanti.

Innanzitutto è necessario distinguere i fattori di rischio intrinseci ed i fattori estrinseci.

I fattori di rischio intrinseci sono l'età, lesione precedenti, i livelli di forza eccentrica nei muscoli posteriori della coscia, lo squilibrio della forza tra i muscoli posteriori della coscia e il m. quadricipite (Q:H ratio), il rapporto di fatica con la coppia eccentrica nei

muscoli posteriori della coscia, la flessibilità dei m. posteriori della coscia e dei m. flessori dell'anca, instabilità, stanchezza, ed infine i fattori psico-sociali.

I fattori di rischio estrinseci sono: predisposizione verso l'allenamento, condizioni della superficie di gioco, riscaldamento insufficiente.

I fattori di rischio principali sono:<sup>9</sup>

-Rigidità muscolare: muscoli poco elastici non riescono a gestire lo stress richiesto, pertanto sono assai vulnerabili.

-Squilibrio muscolare: soprattutto negli adolescenti l'apparato muscolo scheletrico non si è sviluppato in modo uniforme, pertanto è molto probabile che ci siano degli squilibri. In particolare nel caso degli hamstring, fisiologicamente, c'è una differenza di forza con i m. quadricipiti di circa 0,7; essendo più deboli si affaticano prima e questo può determinare uno stiramento, in quanto la fatica riduce le capacità di assorbimento di un muscolo.

-Allenamento insufficiente: se i muscoli sono deboli sono meno capaci di far fronte allo stress dell'esercizio fisico.

In letteratura la presenza di un infortunio precedente è considerato un fattore di rischio inequivocabile per il danno muscolare ai muscoli posteriori della coscia. Alcuni autori hanno riportato che individui con una storia di lesioni al bicipite femorale mostrano picchi di angoli di coppia più chiusi di quelli mostrati per la gamba lesionata, che comporta inevitabilmente un rischio di recidiva (Brandon Schmitt et al., 2012)<sup>10</sup>. Questo aspetto è stata analizzato anche da "Brockett et al. (2004)<sup>11</sup>" con medesimi risultati.

Ciò significa che, dopo aver subito un infortunio, è probabile che il soggetto recuperi la sua capacità di produrre forza a livello dei muscoli posteriori della coscia, ma in un modo diverso rispetto alla curva di tensione-lunghezza, cioè più debole in particolare in angoli più aperti del ROM ottimale (Range of Motion).

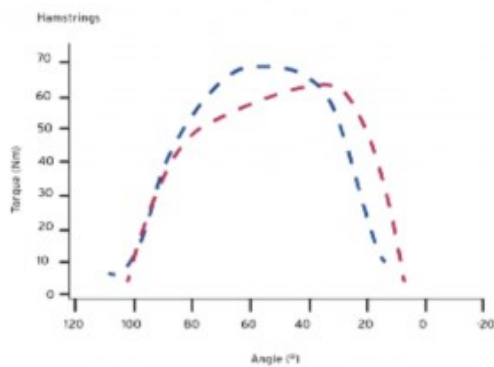


Figura 4: presa da Brockett et al., 2004<sup>10</sup>. Individui con una storia di lesioni al bicipite femorale presentano picchi di angoli di coppia più chiusi di quelli mostrati per la gamba lesionata.

Un ulteriore fattore di rischio è la precocità del ritorno allo sport post infortunio. Dopo un periodo di trattamento RICE, variabile secondo il tipo di lesione, si hanno delle sensazioni positive, ma ciò non è altro che un fattore sfavorevole perché l'atleta rischierà di andare incontro a nuove lesioni, non avendo recuperato totalmente dall'infortunio, solo perché si sentirà capace di compiere determinati gesti. Uno studio (Petersen et al., 2011)<sup>12</sup> ha dimostrato che il rischio di recidiva è del 50% entro i 25 giorni e del 79% entro un anno. Questo è dovuto anche al recupero fisiologico che attua il corpo post-lesione muscolare che è diverso da quello post-lesione ossea. L'elemento distintivo che differenzia una lesione muscolare da una lesione a livello osseo è rappresentato dal fatto che il muscolo scheletrico va incontro ad 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 in cui viene danneggiata, va incontro ad un processo di riparazione che esita nella formazione di un'area cicatriziale, cioè un tessuto diverso rispetto a quello preesistente. Al contrario quando un segmento osseo viene lesionato, il tessuto rigenerato risulta identico rispetto al tessuto preesistente.<sup>13</sup>

## 2.5 PREVENZIONE INFORTUNI

Come illustrato in precedenza il principale meccanismo lesivo si ha durante l'oscillazione tardiva, ovvero durante la contrazione eccentrica dei muscoli ischiocrurali.

È stato dimostrato che l'esercizio che migliora la funzione eccentrica degli hamstring è il *Nordic Hamstring Exercise* (NHE); si tratta di un esercizio a coppie che può essere

eseguito sul campo di gioco senza particolare equipaggiamento e competenze, ed è uno degli esercizi del programma di prevenzione degli infortuni “FIFA 11+” progettato e ideato proprio dalla *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA), al fine di ridurre gli infortuni dei giocatori.

Per assumere la posizione iniziale ci si mette in ginocchio su una base morbida con le gambe leggermente abdotte ed incrociando le braccia sul petto. Il partner si posiziona dietro l'esecutore dell'esercizio, afferra con entrambe le mani l'estremità distale dei polpacci, poco sopra la caviglia, ed esercita con il suo peso una forza perpendicolare verso il suolo. Durante l'esercizio il soggetto deve mantenere il corpo in linea retta dalla testa alle ginocchia, successivamente deve cadere lentamente in avanti, mantenendo la posizione e contraendo i muscoli posteriori della coscia, prestando sempre attenzione a controllare che la testa e le ginocchia siano allineate. Nel momento in cui non è più possibile mantenere la posizione, si sposta con cautela il peso sulle mani e si cade in posizione prona. A questo punto spingendo con le mani sul pavimento ci si aiuta per ritornare nella posizione iniziale. La posizione della caviglia durante il NHE non influenza l'attività muscolare. Tuttavia, le prestazioni con la caviglia in una posizione di dorsiflessione possono essere preferenziali poiché si riproduce la posizione che la caviglia assume durante la corsa momento in cui il rischio lesivo è maggiore.<sup>14</sup>

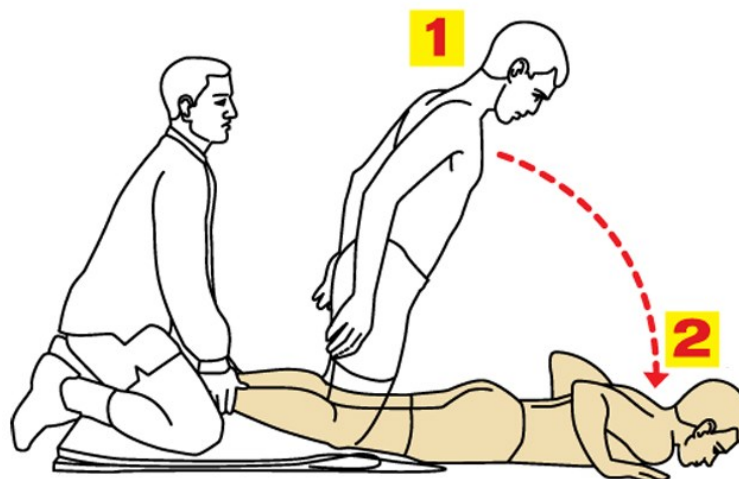


Figura 5: Illustrazione del Nordic Hamstring Exercise

### **3. STRATEGIA E METODI**

#### **3.1 SCOPO TESI**

Le lesioni dei muscoli posteriori della coscia sono le lesioni muscolari più comuni nel calcio e hanno un alto tasso di recidiva. La forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia è riconosciuta come un importante fattore di rischio modificabile. Ciò ha portato allo sviluppo di esercizi di prevenzione come il *Nordic Hamstring Exercise* (NHE) per i muscoli posteriori della coscia. È stato dimostrato che esso riduce drasticamente il rischio di infortuni, ma presenta dei limiti. Lo scopo di questa tesi consiste nell'elencare i punti di forza e i punti deboli e nel creare un protocollo di prevenzione che possa colmare i limiti.

#### **3.2 STRATEGIE DI RICERCA**

La ricerca è stata effettuata tramite il database PubMed tra Giugno e Settembre 2021. Le parole chiave utilizzate, associate tra loro dall'utilizzo degli operatori booleani "AND" e "OR", sono state: "hamstring injury", "nordic hamstring exercise" e "prevention hamstring". Sono risultati 1178 articoli. Si è scelto di rendere più specifica la ricerca, inserendo alcuni filtri; con il filtro "data di pubblicazione" sono stati selezionati solo gli articoli scritti negli ultimi 10 anni, risultati 821; successivamente è stata effettuata un'ulteriore selezione con il filtro "tipologia di articoli", includendo solo RCT e meta-analisi e gli articoli rimasti sono risultati 178. Tutti questi erano provvisti di abstract e di full text ed erano scritti in lingua inglese. Successivamente sono stati revisionati gli articoli tramite la lettura di titolo ed dell'abstract, e solamente 12 sono risultati idonei sia al fine di illustrare limiti e punti di forza del NHE sia per analizzare tipi di esercizi di prevenzione alternativi.

#### **3.3 CRITERI DI INCLUSIONE**

- Periodo di pubblicazione: Da Settembre 2011 a Settembre 2021
- Disegno di studio: RCT, meta-analisi
- Lingua: inglese
- Articolo provvisto di abstract e full text

- Articolo pertinente con l'argomento della ricerca

#### 4. DESCRIZIONE DEGLI STUDI

##### **STUDIO 1**<sup>15</sup>

*Wesam Saleh A. Al Attar • Najeebullah Soomro • Peter J. Sinclair • Evangelos Pappas • Ross H. Sanders*

Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis

17 OCT 2016

##### ABSTRACT

**Obiettivo:** Lo scopo di questa revisione sistematica e della meta-analisi era indagare l'efficacia dei programmi di prevenzione degli infortuni, che includevano l'esercizio NH, nel ridurre il numero di lesioni dei muscoli posteriori della coscia.

**Metodi:** Due studiosi in modo indipendente hanno cercato nei vari database studi randomizzati controllati o studi interventistici sull'uso di un programma di prevenzione degli infortuni che includeva l'esercizio NH ed avessero come outcome il tasso di lesioni dei muscoli posteriori della coscia. La ricerca ha prodotto cinque articoli che soddisfacevano i criteri di inclusione. **Discussione:** Lo studio di van der Horst<sup>16</sup> et al. ha rivelato che quando la compliance è alta (91%) l'esercizio NH è utile per ridurre il tasso di lesioni del tendine del ginocchio. Invece quando la compliance è bassa si ottengono pochi benefici come dimostrato nello studio randomizzato controllato di Engebretsen et al.<sup>17</sup> (21 %). Il rispetto del NH ha ridotto significativamente il rischio di lesioni degli ischiocrurali del 65%. La compliance negli interventi di prevenzione degli infortuni sportivi è molto importante e può influenzare significativamente i risultati dello studio. Tuttavia, la compliance sembra essere maggiore quando l'esercizio NH è incluso in uno specifico programma di prevenzione degli infortuni come ad esempio in "FIFA 11". Lo studio controllato randomizzato a cluster di Petersen et al.<sup>18</sup> ha mostrato che l'esercizio NH ha ridotto il tasso complessivo di lesioni acute, sia nuove che ricorrenti, dei muscoli posteriori della coscia, nei giocatori di calcio danesi. L'effetto è stato ancora

maggiore per i giocatori con una precedente storia di stiramenti dei muscoli posteriori della coscia, con una riduzione dell'86% del tasso di infortuni rispetto al normale programma di allenamento.

**Risultati:** Le squadre che hanno utilizzato programmi di prevenzione degli infortuni che includevano l'esercizio NH hanno ridotto i tassi di lesioni dei muscoli posteriori della coscia fino al 51% a lungo termine rispetto alle squadre che non hanno utilizzato alcuna misura di prevenzione degli infortuni.

**Conclusioni:** questa meta-analisi documenta che l'esercizio NH da solo o in combinazione con un programma di prevenzione degli infortuni può ridurre in larga misura gli infortuni a livello dei muscoli posteriori della coscia nei giocatori di calcio. Sussiste d'altra parte la problematica relativa alla compliance che incide sui risultati.

## **STUDIO 2**<sup>19</sup>

*Aiden J Oakley, Jacob Jennings, Chris J Bishop*

Holistic Hamstring Health: not just the Nordic hamstring Exercise.

4 MAY 2017

### ABSTRACT

**Introduzione:** Esiste un numero crescente di prove sul NHE e sul suo impatto sulla riduzione degli infortuni a livello dei m. hamstring (HSI). Tuttavia, potrebbero esserci idee sbagliate (alimentate dai social media) che questo sia l'unico esercizio utilizzato. L'NHE non è il "silver bullet" che i critici affermano che sia, ed è improbabile che i professionisti esperti si affidino esclusivamente all'NHE quando si occupano di HSI.

**Discussione sul Nordic Hamstring Exercise:** La popolarità dell'NHE può risiedere nella sua facilità d'uso in quanto non richiede attrezzature ed è efficace nel ridurre il rischio di HSI. Sebbene visto da alcuni come non funzionale, l'NHE combinato con l'allenamento specifico per lo sport in giocatori di calcio professionisti e dilettanti ha dimostrato di ridurre sia l'incidenza che il tasso di recidiva dell'HSI rispettivamente del 60% e dell'85%, a seguito di un programma di intervento di una settimana. Una maggiore forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia può anche compensare la

probabilità di lesioni negli atleti più anziani o precedentemente infortunati. Questo sembra essere un intervento efficace che richiede uno sforzo minimo quando la compliance è adeguata. Tuttavia, il NHE può essere limitato nella sua efficacia in quanto allena solo la forza eccentrica del flessore del ginocchio in un'azione dominante del ginocchio. Una scarsa aderenza all'esercizio nei calciatori di elevato livello agonistico può essere dovuta al dolore iniziale sperimentato da alcuni durante l'esecuzione dell'esercizio.

**Conclusioni:** L'NHE è solo un metodo di rinforzo dei muscoli posteriori della coscia. Si sostiene che gli esercizi che riguardano sia l'anca che il ginocchio siano inclusi in un programma di prevenzione degli infortuni. Il NHE sviluppa la forza eccentrica del tendine del ginocchio, ma le contrazioni si verificano a un ritmo molto più lento rispetto allo sprint e sarebbe logico esporre regolarmente e progressivamente l'atleta alla corsa ad alta velocità.

### **STUDIO 3**<sup>20</sup>

*R. Lovell | M. Knox | M. Weston | J. C. Siegler1 | S. Brennan1 | P. W. M. Marshall*

Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training?

16 MAY 2017

#### ABSTRACT

**Introduzione:** Sono stati esaminati gli effetti di un programma di 12 settimane di Nordic Hamstring Exercise (NHE), somministrato prima o dopo l'allenamento di calcio, sulla forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia, sull'attività muscolare e sugli adattamenti architetturici.

**Metodi:** I calciatori dilettanti sono stati randomizzati in tre gruppi. Due gruppi svolgevano un programma di NHE periodizzato prima (NHE BEF ; n=10) o dopo (NHE AFT; n=14) sessioni di allenamento bisettimanali. Il gruppo di controllo (CON; n=11), effettuava un programma di core stability, utilizzato per mascherare gli obiettivi dello studio.



**Risultati:** Da questo studio è emerso che:

- (a) il picco di coppia eccentrica del flessore del ginocchio è stato migliorato dal programma NHE, indipendentemente dalla sua programmazione;
- (b) l'esecuzione dell'NHE ha aumentato la forza eccentrica del bicipite femorale nella posizione articolare estesa associata al più comune meccanismo di lesione da sforzo del tendine del ginocchio;
- (c) l'attivazione del muscolo bicipite femorale durante le contrazioni eccentriche massime è stata aumentata attraverso l'intervallo di movimento per entrambi i gruppi NHE;
- (d) lo spessore del muscolo bicipite femorale e il “pennation angle” sono stati aumentati solo dopo NHEAFT, tuttavia la lunghezza del fascicolo del bicipite femorale è stata aumentata esclusivamente in NHEBEF. I guadagni di forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia di picco osservati erano simili tra NHEBEF e NHEAFT (~ 12%).

In questo studio la compliance al programma NHE è stata modesta (~41% del volume prescritto) forse in relazione al fatto che tale programma risulta essere faticoso per gli atleti o per il dolore iniziale che può suscitare un esercizio del genere. La compliance al programma NHE è stata probabilmente maggiore nel gruppo di formazione NHEAFT (media: 46,8%; 40,8%-52,8%) rispetto a NHEBEF (media: 34,7%; 28,1%-41,4%).

**Conclusioni:** Questo studio ha dimostrato che il programma di NHE per i muscoli posteriori della coscia prima o dopo l'allenamento di calcio determina allo stesso modo un rafforzamento muscolare eccentrico, ma adattamenti architetturici diversi. Tale programma è efficace nel ridurre l'incidenza di lesioni da sforzo a livello dei muscoli posteriori della coscia; tuttavia, recenti ricerche hanno dimostrato che essendo particolarmente fatico per gli atleti può esacerbare il rischio di lesioni se eseguito prima dell'allenamento.

## **STUDIO 4**<sup>21</sup>

*Lucas Severo-Silveira, Mauricio P. Dornelles, Felipe X. Lima-E-Silva, Cèsar L. Marchiori, Thales M. Medeiros, Evangelos Pappas, Bruno M. Baroni*

Progressive Workload Periodization Maximizes Effect of Nordic Hamstring Exercise on Muscle Injury Risk Factors.

2018

ABSTRACT

**Introduzione:** Questo studio indagava l'effetto di 2 diversi programmi di esercizi di Nordic Hamstring Exercise (NHE): a carico di lavoro costante e a carico di lavoro progressivo.

**Metodi:** Ventuno giocatori di rugby della Union Premier League (26 anni) sono stati randomizzati in due gruppi sperimentali e hanno completato un programma di NHE di 8 settimane: gruppo di allenamento costante (CTG) ed un gruppo di allenamento progressivo (PTG). La forza dei flessori/estensori del ginocchio e l'architettura del muscolo capo lungo del bicipite femorale sono stati valutati mediante iso-kinetic ed ecografia, rispettivamente, prima e dopo i programmi di allenamento.

**Risultati:** Solo PTG ha comportato un significativo aumento della forza del flessore del ginocchio e rapporti H:Q migliorati; entrambi i programmi di formazione NHE hanno aumentato lo spessore del muscolo BF e la lunghezza dei fascicoli, ma PTG ha generato maggiori cambiamenti sulla lunghezza del fascicolo rispetto alla CTG.

**Conclusione:** Questo studio ha dimostrato che seguire una progressione del carico di lavoro nei programmi NHE è importante per massimizzare i benefici dell'allenamento negli atleti di elevato livello agonistico.



Week	CTG	PTG
1	2 x 6	
2	3 x 6	
3	3 x 6	3 x 8
4	3 x 6	3 x 10
5	3 x 6	4 x 8-10
6	3 x 6	4 x 8-10
7	3 x 6	4 x 10
8	3 x 6	4 x 10

Figura 6: programma utilizzato dal gruppo PTG

## **STUDIO 5**<sup>22</sup>

*Kayla D. Seymore, Zachary J. Domire, Paul DeVita, Patrick M. Rider, Anthony S. Kulas*

The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength.

26 FEB 2017

### ABSTRACT

**Obiettivo:** Lo scopo di questo studio era di esaminare gli effetti dell'allenamento della forza eccentrica NH sull'architettura, la rigidità e la forza dei muscoli posteriori della coscia.

**Metodi:** Venti partecipanti sani sono stati assegnati in modo casuale a un gruppo sperimentale o a un gruppo di controllo. Il gruppo di controllo ha eseguito lo stretching statico, mentre il gruppo sperimentale ha eseguito in aggiunta all'allenamento NH per 6 settimane.

**Outcome:** Le misurazioni pre e post intervento includevano: architettura e rigidità dei muscoli posteriori della coscia, mediante imaging a ultrasuoni ed elastografia, e forza massima dei muscoli posteriori della coscia misurata mediante un dinamometro.

**Risultati:** Solo il gruppo sperimentale ha aumentato il volume (131,5 contro 145,2 cm<sup>3</sup>,  $p < 0,001$ ) e l'area della sezione trasversale fisiologica (16,1 contro 18,1 cm<sup>2</sup>,  $p = 0,032$ ).

Non ci sono stati cambiamenti significativi nella lunghezza del fascicolo muscolare, nella rigidità o nella forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia.

**Discussione:** La lunghezza del fascicolo non è aumentata nel gruppo sperimentale NH, forse a causa delle posizioni congiunte assunte durante l'allenamento. Cambiamenti nella lunghezza del fascicolo BFLH sono più sensibili ai cambiamenti nella posizione dell'anca rispetto ai cambiamenti in posizione di ginocchio (Hawkins e Hull 1990)<sup>23</sup>. Questa differenza è molto probabilmente correlata a un braccio del momento del bicipite femorale più grande che determina una maggiore escursione del muscolo con angoli dell'anca alterati, rispetto al ginocchio.

**Conclusioni:** Gli autori hanno ipotizzato che il meccanismo alla base dell'esercizio NH, che riduce il rischio di lesioni dei muscoli posteriori della coscia, sia la sua capacità di aumentare la dimensione muscolare, ma non di aumentare la lunghezza della fibra muscolare.

## **STUDIO 6**<sup>24</sup>

*Hiroaki Kaneda, Naonobu Takahira, Kouji Tsuda, Kiyoshi Tozaki, Sho Kudo, Yoshiki Takahashi, Shuichi Sasaki and Tomonori Kenmoku*

### Effects of Tissue Flossing and Dynamic Stretching on Hamstring Muscles Function

19 NOV 2020

#### ABSTRACT

**Introduzione:** Flossing Therapy consiste nell'applicazione di una benda elastica larga e sottile attorno ad un'articolazione per creare una compressione e limitare l'afflusso di sangue. Si tratta di bende elastiche non adesive molto più rigide del taping elastico che il fisioterapista applica nella regione corporea con restrizione di movimento. L'applicazione avviene con un'importante tensione, al fine di produrre una compressione nella zona da trattare. Ovviamente, data la particolarità della tecnica, non si può applicare in tutte le regioni del corpo, come ad esempio la gabbia toracica, ma è adatta per lo più ad articolazioni distali come gomito, polso, ginocchio e caviglia. La

compressione effettuata dalla benda viene mantenuta per un tempo che varia dai 2 ai 5 minuti. Durante questi minuti il terapeuta può mobilizzare l'articolazione passivamente o richiedere al paziente di effettuare alcuni esercizi specifici. Dopo di che, quando viene rimossa la benda si rieseguoano gli stessi movimenti, notando i progressi ottenuti.

I principi di questa tecnica si basano inizialmente sull'azione meccanica sui muscoli che circondano l'articolazione causata dalla mobilizzazione e in un secondo momento sul flusso sanguigno durante la rimozione della banda, che dovrebbe creare un distacco del tessuto connettivo all'interno dell'articolazione.<sup>25</sup>

**Contesto:** Questo studio ha esaminato gli effetti del Tissue Flossing sulla funzione dei muscoli posteriori della coscia rispetto allo stretching dinamico (DS).

**Metodi:** Studio crossover randomizzato. Diciassette volontari, giovani uomini sani hanno ricevuto il Tissue Flossing, DS e interventi di controllo, in modo casuale, a distanza di almeno 1 settimana l'uno dall'altro per eliminare l'influenza dell'intervento precedente. Il trattamento prevedeva una torsione passiva e un movimento attivo utilizzando una fascia di Tissue Flossing.

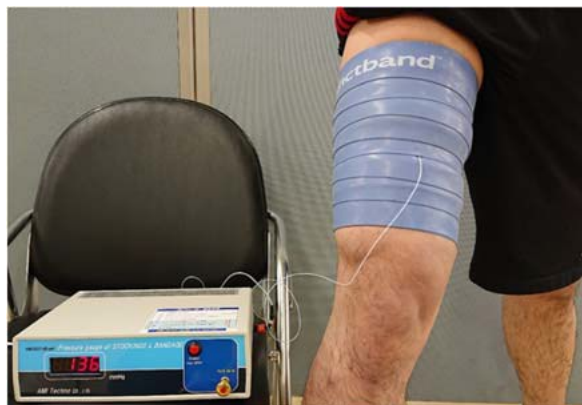


Figura 7: Posizionamento del Tissue Flossing sui muscoli posteriori della coscia. Una sonda di pressione a contatto viene posizionata sulla parte anteriore della coscia nel punto medio tra la spina iliaca anteriore superiore e rotula.

La DS è stata eseguita per 4 minuti in serie da 30 secondi composte da 15 ripetizioni di 2 secondi di stretching.

**Outcome:** Prima e dopo ogni intervento sono stati misurati: test di sollevamento della gamba dritta (SLR), test di estensione passiva del ginocchio (KE), la rigidità passiva, la lunghezza del fascicolo nel capo lungo del bicipite femorale.

**Risultati:** Il Tissue Flossing ha prodotto miglioramenti significativi nel test SLR (differenza media nelle variazioni post-intervento tra gli interventi: 5,4°, variazione percentuale dal pre al post valore: 13,4%,  $p = 0,004$ ), test KE passivo (6,2°, 4,5%,  $p < 0,001$ ) e contrazione massima in flessione eccentrica del ginocchio (14,9% del peso corporeo, 8,2%,  $p = 0,03$ ) rispetto al controllo.

**Discussione:** Il Tissue Flossing fornisce un'intensa pressione meccanica sui muscoli, coprendo l'arto in tutte le direzioni grazie allo stretto contatto con la cute. La compressione muscolare trattiene il calore associato all'aumento della pressione intramuscolare e alla contrazione muscolare stessa. Pertanto, il calore e la pressione meccanica causati dal Tissue Flossing potrebbero consentire ai muscoli di allungarsi facilmente diminuendo così la viscoelasticità fasciale.

**Conclusioni:** Il Tissue Flossing applicato ai muscoli posteriori della coscia è più vantaggioso del DS per quanto riguarda l'aumento del ROM e dello sforzo muscolare e, quindi, nel prevenire le lesioni.

## **STUDIO 7**<sup>26</sup>

*Hsuan Su, Nai-Jen Chang, Wen-Lan Wu, Lan-Yuen Guo, and I-Hua Chu*

Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-Ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults.

12 SET 2016

**Contesto:** Il foam rolling è stato proposto per migliorare la funzione muscolare, le prestazioni e il range di movimento articolare (ROM).

**Obiettivi:** Esaminare e confrontare gli effetti acuti del foam rolling, dello stretching statico e dello stretching dinamico utilizzati come parte di un riscaldamento sulla flessibilità e sulla forza muscolare della flessione e dell'estensione del ginocchio.

**Design:** Studio crossover.

**Partecipanti:** 15 studenti universitari maschi e 15 femmine (età  $21,43 \pm 1,48$  anni, peso  $65,13 \pm 12,29$  kg, altezza  $166,90 \pm 6,99$  cm).

**Principali misure di esito:** La coppia di picco isocinetica è stata misurata durante l'estensione e la flessione del ginocchio ad una velocità angolare di  $60^\circ/\text{secondo}$ . La flessibilità dei quadricipiti è stata valutata con il test di Thomas modificato, mentre la flessibilità dei muscoli posteriori della coscia è stata valutata utilizzando il test sit-and-reach. Le 3 tipologie di riscaldamento sono state eseguite da tutti i partecipanti in ordine casuale in 3 giorni separati da 48-72 ore.







<b>Foam rolling</b>	
<i>Quadriceps.</i> Body is positioned prone with quadriceps of the right leg placed on the foam roller. Foam rolling from the proximal portion of the quadriceps down to just above the patella and back and forth for 30 seconds, then change to the left leg.	
<i>Hamstrings.</i> Place hamstrings of the right leg on the foam roller. Foam rolling from the proximal portion of the hamstrings down to knee and back and forth for 30 seconds, then change to the left leg.	
<b>Static stretching</b>	
<i>Quadriceps.</i> From a high kneeling squat position, bend and lower right knee toward the floor and lean backward. Hold the position for 30 seconds, then change to the left leg.	
<i>Hamstrings.</i> From a supine position, keep left leg on the floor and right knee extended, slowly raise right leg toward the chest using hands or a towel. Hold the position for 30 seconds, then change to the left leg.	
<b>Dynamic stretching</b>	
<i>Quadriceps.</i> From a standing position, step out with one leg, flex both knees until forward thigh reaches horizontal, then move back leg forward. Repeat this movement continuously for 1 minute.	
<i>Hamstrings.</i> From a standing position, kick one leg forward with knee extended. Step forward and kick the other leg forward with knee extended. Repeat this movement continuously for 1 minute.	

Figura 8: Descrizione dei tre tipi di riscaldamento per la flessibilità di quadricipiti e ischiocrurali

**Risultati:** i punteggi del test di flessibilità sono migliorati dopo tutti e tre i tipi di riscaldamento ma in maniera significativamente maggiore dopo il foam rolling rispetto allo stretching statico e dinamico. Per quanto riguarda la forza muscolare, solo la coppia di picco dell'estensione del ginocchio (pre vs. post intervento) è migliorata dopo lo stretching dinamico e il foam rolling, ma non dopo lo stretching statico. La coppia massima di flessione del ginocchio è rimasta invariata.

**Conclusioni:** il Foam Roller è più efficace dello stretching statico e dinamico nell'aumentare in modo acuto la flessibilità dei quadricipiti e dei muscoli posteriori della coscia senza ostacolare l'aumento della forza muscolare e può essere raccomandato come parte di un riscaldamento in giovani adulti sani.

## **STUDIO 8**<sup>27</sup>

*Jurdan Mendiguchia<sup>1</sup>, Filipe Conceic, Pascal Edouard, Marco Fonseca, Rogerio Pereira, Hernani Lopes, Jean-Benoît Morin, Pedro Jimenez-Reyes*

Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players

15 FEB 2020

### ABSTRACT

**Obiettivi:** Lo scopo di questo studio era confrontare gli effetti dell'allenamento della forza eccentrica del bicipite femorale attraverso il Nordic Hamstring Exercise (NHE) rispetto all'allenamento con prove dello sprint, sulle prestazioni di sprint e sulle sue basi meccaniche, ovvero sull'architettura del capo lungo del bicipite femorale (BFLH). Questi due tipi di esercizi venivano svolti come complemento all'allenamento regolare dei calciatori.

**Criteri di inclusione:** età > di 18 anni; esperienza agonistica nel calcio di almeno 3 anni consecutivi; data di inizio del precampionato stabilito.



**Metodi:** I calciatori sono stati reclutati da due diverse squadre di calcio che giocavano nella stessa Divisione Elite, facente parte della Federcalcio di Porto, nel nord del Portogallo.

In questo studio prospettico di controllo interventistico, le prestazioni dello sprint, la meccanica dello sprint e le variabili dell'architettura BFLH sono state confrontate, durante le prime sei settimane di precampionato, tra tre diversi gruppi di coppie casuali di giocatori di calcio: "Gruppo di calcio " (n = 10), "Gruppo nordico" (n = 12) e "Gruppo sprint" (n = 10).

Il programma NHE è stato eseguito per sei settimane solo nel "Gruppo nordico". L'NHE e il programma erano gli stessi di quello proposto da Petersen et al.<sup>18</sup>, solo che venivano completati in 6 settimane anziché in 10 settimane proposte nello studio originale.

**Risultati:** Per le prestazioni e la meccanica dello sprint, sono stati riportati miglioramenti da piccoli a grandi pre-post nel "gruppo Sprint" (eccetto la velocità massima di corsa), mentre solo i cambiamenti negativi da lievi a piccoli sono stati riportati nel "gruppo di calcio" e nel "gruppo nordico". Per l'outcome dell'architettura BFlh, il gruppo "Sprint" ha mostrato un moderato aumento della lunghezza del fascicolo rispetto a un aumento più piccolo per il gruppo "Nordic" con cambiamenti banali per "gruppo di calcio". Solo il "gruppo Nordic" ha presentato piccoli aumenti del pennation angle.

**Discussione:** Nel complesso, sebbene i risultati suggeriscano che entrambi i tipi di allenamento aggiunti alla pratica del calcio inducano aumenti della lunghezza del fascicolo BFlh, lo sprint ha mostrato adattamenti moderatamente superiori (16%) rispetto all'NHE (7%). Questi adattamenti possono derivare dall'aggiunta di sarcomeri in serie. È stato ipotizzato che questo aumento dei sarcomeri in serie sia associato sia a uno spostamento verso destra nella relazione forza-lunghezza di un muscolo, sia alla riduzione della sua suscettibilità al danno associato allo sforzo.

**Conclusioni:** Supponendo che la lunghezza del fascicolo sia un fattore da considerare nella gestione degli infortuni dei muscoli posteriori della coscia, solo l'allenamento che comprendeva lo sprint ha determinato un miglioramento di tale parametro ed allo stesso tempo ha indotto una migliore performance nello sprint. Pertanto può essere considerata una pratica strategica "win-win" per la gestione delle lesioni del ginocchio.

## **STUDIO 9**<sup>28</sup>

*Macdonald, B, O'Neill, J, Pollock, N e Van Hooren, B.*

The single-leg Roman chair hold is more effective than the Nordic Hamstring Curl in improving hamstring strength-endurance in Gaelic footballers with previous hamstring injury.

DIC 2019

### ABSTRACT

**Introduzione:** La scarsa resistenza alla forza del tendine del ginocchio è un fattore di rischio per le lesioni del tendine del ginocchio. Questo lavoro ha studiato l'efficacia della presa romana a gamba singola e del Nordic Hamstring Curl nel migliorare la resistenza dei muscoli posteriori della coscia.

**Metodi:** Dodici calciatori gaelici, con una storia di lesioni a livello dei muscoli posteriori della coscia, sono stati randomizzati in 2 gruppi che hanno eseguito 6 settimane di Nordic Hamstring Curl, o di esercizio "sedia romana a gamba singola". Il ponte per i muscoli posteriori della coscia a gamba singola (SLHB) è stato misurato prima e dopo l'intervento.

**Risultati:** Il gruppo della sedia romana ha mostrato un miglioramento di entità moderata delle prestazioni del SLHB in entrambi gli arti (23,7% per l'arto con pregressa lesione e 16,9% per l'arto controlaterale) rispetto al gruppo del Nordic Hamstring, il quale ha mostrato un cambiamento di poco conto.

**Discussione:** Gli infortuni a livello dei muscoli posteriori della coscia sono comuni durante gli sport che richiedono una corsa ad alta velocità e le strategie di prevenzione fino ad oggi non sono riuscite in gran parte a migliorare i tassi di infortuni. Il test SLHB valuta la resistenza dei muscoli posteriori della coscia e le scarse prestazioni in questo test hanno un valore predittivo negativo per lo sviluppo di lesioni muscolari dei muscoli posteriori della coscia.

**Conclusione:** Questo studio ha dimostrato che l'esercizio "sedia romana a gamba singola" per 6 settimane ha sostanzialmente migliorato le prestazioni SLHB,

suggerendo che potrebbe essere una strategia efficace per mitigare il rischio di (ri)infortunio a livello dei muscoli posteriori della coscia.



Figura 9: Posizione di partenza della “sedia romana a gamba singola”

## **STUDIO 10**<sup>29</sup>

*Matthew N. Bourne, Steven J. Duhig, Ryan G. Timmins, Morgan D. Williams, David A. Opar, Aiman Al Najjar, Graham K. Kerr, Anthony J. Shield.*

Impact of the Nordic Hamstring and hip extension Exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention.

28 OCT 2016

### ABSTRACT

**Contesto:** Lo studio ha valutato i cambiamenti della lunghezza del fascicolo del capo lungo del bicipite femorale (BFLH) e della dimensione dei muscoli posteriori della

coscia dopo 10 settimane di NHE (Nordic Hamstring Exercise) e allenamento di estensione dell'anca (HE).

**Metodi:** 30 atleti di sesso maschile attivi a livello ricreativo sono stati assegnati a questi 3 gruppi: allenamento HE (n=10), allenamento NHE (n=10) e gruppo di controllo (CON; n=10).

**Misure di outcome:** La lunghezza del fascicolo BFLH è stata valutata prima, durante (settimana 5) e dopo il programma di esercizi con un'ecografia bidimensionale. La dimensione dei muscoli posteriori della coscia è stata determinata prima e dopo l'allenamento tramite risonanza magnetica.

**Risultati:** Rispetto al basale, i fascicoli BFLH sono risultati allungati nei gruppi NHE e HE, e questi cambiamenti non differivano significativamente tra gli esercizi. Il volume di BFLH è aumentato maggiormente per l'HE rispetto ai gruppi NHE ( $d=1,03$ ,  $p=0,037$ ) e CON ( $d=2,24$ ,  $p<0,001$ ).

**Conclusione:** L'allenamento NHE e HE stimolano entrambi aumenti significativi della lunghezza del fascicolo BFLH. Tuttavia, l'allenamento HE può essere più efficace per promuovere l'ipertrofia nel BFLH.

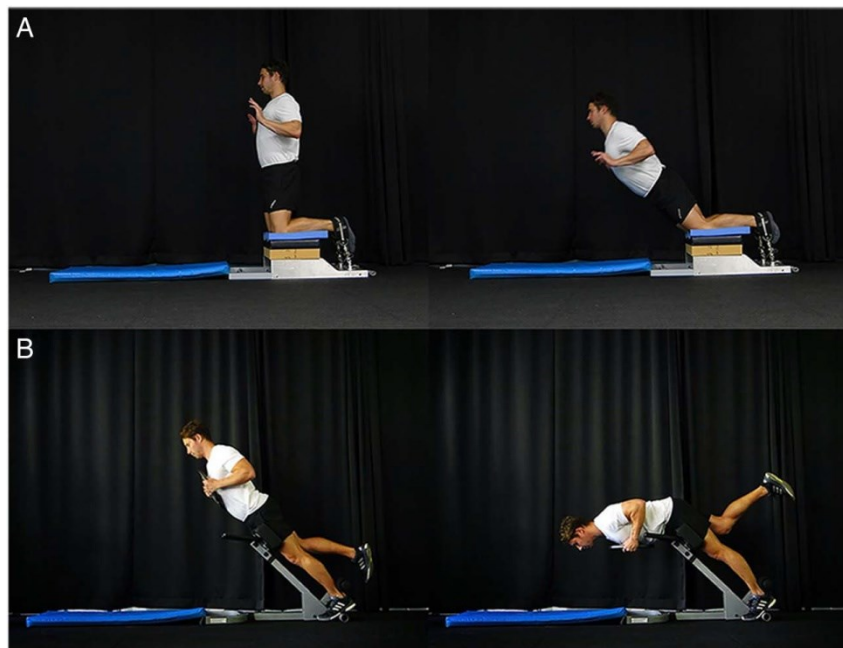


Figura 10: (A) NHE; (B) HE.

## **STUDIO 11**<sup>30</sup>

*S. Van de Hoef, B. M. A. Huisstede, M. S. Brink, N. de Vries, E. A. Goedhart and F. J. G. Backx*

The preventive effect of the bounding exercise programme on hamstring injuries in amateur soccer players: the design of a randomized controlled trial.

22 AGO 2017

### ABSTRACT

**Contesto:** In questo studio è stata valutata l'efficacia di un programma di esercizi pliometrici funzionali.

**Metodi:** Studio controllato randomizzato in cluster (RCT). Calciatori di squadre dilettantistiche maschili (giocatori di età compresa tra 18 e 45 anni) sono stati assegnati in modo casuale ai gruppi di intervento e di controllo. Entrambi i gruppi svolgevano un regolare allenamento di calcio, il gruppo sperimentale eseguiva un Bounding Exercise Program (BEP) di 12 settimane, che consisteva in un programma graduale di accumulo e mantenimento per l'intera stagione calcistica.

**Outcome primario:** l'incidenza delle lesioni a livello dei muscoli posteriori della coscia; l'outcome secondario la compliance dei giocatori al BEP durante la stagione calcistica e nei 3 mesi successivi.

**Risultati:** Il BEP è un programma di prevenzione degli infortuni più specifico per lo sport, infatti la compliance è stata migliore rispetto ad altri programmi. Può essere facilmente implementato durante il riscaldamento e migliora le prestazioni di sprint e salto.

**Conclusione:** Nonostante gli efficaci programmi di prevenzione degli infortuni a livello dei muscoli posteriori della coscia, l'incidenza di questi infortuni rimane elevata nel calcio. Poiché un punto debole di questi programmi è la scarsa compliance, un nuovo programma di esercizi pliometrici può incoraggiare la conformità a lungo termine al fine della prevenzione delle suddette lesioni.



Figura 11: Salto triplo seguito da affondo.

## **STUDIO 12**<sup>31</sup>

*Alberto Mendez-Villanueva, Luis Suarez-Arrones, Gil Rodas, Rodrigo Fernandez-Gonzalo, Per Tesch, Richard Linnehan, Richard Kreider, Valter Di Salvo*

### MRI-Based Regional Muscle Use during Hamstring Strengthening Exercises in Elite Soccer Players

1 SEP 2016

#### ABSTRACT

**Contesto:** Il presente studio ha valutato i muscoli posteriori della coscia mediante la risonanza magnetica funzionale (MRI) nei giocatori di calcio d'élite durante l'allenamento della forza.

**Metodi:** Trentasei giocatori sono stati randomizzati in quattro gruppi, ognuno dei quali ha eseguito o il Nordic Hamstring, o il Flywheel Leg-Curl, o la Russian Belt o l'esercizio di estensione dell'anca con la puleggia di forma conica.

Il tempo di rilassamento trasversale (T2) da pre-RM a post-RM è stato calcolato per i muscoli del bicipite femorale [capo lungo (BFl) e breve (BFs)], del semitendinoso (ST) e del semimembranoso (SM), nelle aree prossimale, media e distale di ogni muscolo.

**Risultati e Discussione:** È noto che i muscoli posteriori della coscia (ST, SM, BFl e BFs) hanno diverse caratteristiche architettoniche e geometriche che si traducono in

distinte funzioni inter e intra-muscolari durante compiti funzionali come esercizi di resistenza che richiedono l'estensione dell'anca e/o la flessione del ginocchio.

-Nel complesso, questo studio suggerisce che il NHE può essere raccomandato quando l'obiettivo è mirare al rafforzamento di ST e di BF. Si è inoltre riscontrato un limitato coinvolgimento del BF. Nonostante il BF contribuisca alla flessione del ginocchio, la ricerca ha dimostrato che i cambiamenti nella lunghezza del muscolo sono più sensibili al movimento dell'anca rispetto al movimento del ginocchio. Questa differenza potrebbe essere correlata al braccio di momento muscolare più grande all'anca.

-Nel flywheel leg-curl, gli aumenti di T2 in ST e BF erano anche sostanzialmente superiori a quelli osservati in BF in tutte e tre le regioni muscolari. Come per il NHE, il fatto che la posizione dell'anca sia fissa e invariata durante l'esecuzione dell'esercizio può limitare il coinvolgimento del BF.

-Dopo l'utilizzo del Russian Belt sono stati osservati aumenti di T2 in tutte le regioni di ST, SM e BF. Lo stacco da terra con la Russian Belt è stato l'unico esercizio qui esaminato che ha mostrato un aumento sostanziale e coerente di SM in T2 in tutte le regioni.

-L'esercizio di estensione dell'anca con la puleggia di forma conica è a catena aperta, in cui combinando l'estensione completa del ginocchio con i movimenti di flessione-estensione dell'anca, viene assicurata una contrazione (eccentrica) di allungamento sotto un carico inerziale (generato dal cono). Solo le regioni prossimale e mediana di BF e ST hanno mostrato aumenti sostanziali di T2 mentre gli altri muscoli e/o regioni sono rimasti invariati dopo l'esercizio. La capacità dell'esercizio di estensione dell'anca con la puleggia di forma conica di reclutare selettivamente la regione prossimale del BF, con un coinvolgimento molto limitato di altri muscoli posteriori della coscia, può fornire utili indicazioni per le attuali pratiche di riabilitazione e prevenzione degli infortuni.

**Conclusioni:** È probabile che diversi muscoli posteriori della coscia e regioni specifiche all'interno di ciascun muscolo vengano attivati selettivamente durante i diversi compiti funzionali che i giocatori di calcio sono tenuti a svolgere. Pertanto, la conoscenza dell'uso differenziale dei muscoli comunemente impiegati durante gli esercizi di forza nei giocatori di calcio appare rilevante nel decidere l'esatta selezione degli esercizi di forza al fine di preparare il giocatore per un'attività funzionale.

## 5. RIEPILOGO STUDI

In questa ricerca sui metodi efficaci per prevenire gli infortuni a livello dei muscoli hamstring, sono stati analizzati 12 articoli, selezionati in base ai criteri di inclusione descritti precedentemente. La popolazione esaminata negli studi era molto simile: sono stati reclutati atleti relativamente giovani di sport da contatto, in maggioranza calciatori, sia a livello amatoriale sia di élite.

TITOLO STUDIO	TRATTAMENTO O ESERCIZIO	RISULTATI
Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis	Nordic Hamstring Exercise (NHE)	I tassi di lesioni ridotti fino al 51% grazie al NHE; Si ottengono pochi benefici quando i tassi di compliance sono bassi
Holistic Hamstring Health: not just the Nordic hamstring Exercise	Nordic Hamstring Exercise (NHE)	Le contrazioni si verificano a un ritmo molto più lento rispetto allo sprint o cambi di direzione che vengono richiesti negli sport da contatto. Allena solo la forza eccentrica del flessore del ginocchio in un'azione dominante del ginocchio senza movimento dell'anca
Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training?	gruppo NHE pre-allenamento (NHE AFT); gruppo NHE post-allenamento (NHE BEF) gruppo controllo (CON);	Vantaggi sia NHE AFT sia NHE BEF: miglioramento picco di coppia eccentrica, forza eccentrica e riduzione incidenza di lesioni. Vantaggi solo NHE BEF: maggior angolo di pennazione, spessore del muscolo, compliance
Progressive Workload Periodization Maximizes Effect of Nordic Hamstring Exercise on Muscle Injury Risk Factors	NHE a carico di lavoro costante (CTG) ; NHE a carico di lavoro progressivo (PTG)	Vantaggi PTG: forza del flessore del ginocchio e miglioramento dei rapporti H:Q
The effect of Nordic	Nordic Hamstring	Non registrati cambiamenti



hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength	Exercise (NHE)	significativi nella lunghezza del fascicolo muscolare
Effects of Tissue Flossing and Dynamic Stretching on Hamstring Muscles Function	Tissue Flossing vs Stretching dinamico (DS)	Flossing Tissue rispetto DS: miglioramento i risultati dei test di sollevamento della gamba dritta (SLR) e il test di estensione passiva del ginocchio (KE)
Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-Ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults	- Foam Rolling; -Stretching statico; -Stretching dinamico	Foam Roller è più efficace dello stretching statico e dinamico nell'aumentare flessibilità e forza muscolare
Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players	NHE vs Sprint Training (allenamento con prove di sprint)	Maggiori aumenti della lunghezza del fascicolo del bicipite femorale e prestazioni molto migliori nel gruppo sottoposto a Sprint Training rispetto NHE
The single-leg Roman chair hold is more effective than the Nordic hamstring curl in improving hamstring strength-endurance in Gaelic footballers with previous hamstring injury	NHE vs “sedia romana gamba singola”	Il gruppo “sedia romana a gamba singola” rispetto NHE: miglioramento nelle SLHB (ponte hamstring gamba singola) sia nella gamba con pregressa lesione sia nella gamba controlaterale
Impact of the Nordic hamstring and hip extension Exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention	- Nordic Hamstring Exercise (NHE); - Estensione dell'anca (HE); - Gruppo di controllo (CON)	HE più efficace per promuovere l'ipertrofia nel BF LH. Entrambi HE e NHE determinano aumento dimensione del muscolo
The preventive effect of the bounding Exercise programme on hamstring injuries in amateur soccer players: the design of a randomized controlled trial.	-Bounding Exercise program (BEP); - Gruppo di controllo (CON)	BEP: buona compliance, miglioramenti nel salto e sprint, tassi di infortuni ridotti
MRI-Based Regional Muscle Use during Hamstring Strengthening Exercises in Elite Soccer Players	-NHE; -Flywheel Leg-Curl (FLG); -Russian Belt (RB); -Esercizio estensione anca con la puleggia conica (CH)	NHE e FLG: miglioramento ST e BF. RB: miglioramento ST, SM e BFI CH: miglioramento selettivo BFI*

\*ST: semitendinoso;  
BFl: capo lungo bicipite femorale;  
Bfs: capo lungo bicipite femorale;  
SM: semimembranoso

Tabella 1: Tabella riassuntiva degli studi esaminati.

## 6. DISCUSSIONE

Le lesioni dei muscoli posteriori della coscia sono le più comuni negli sport da contatto, in particolare nel calcio, e hanno un alto tasso di recidiva. La forza eccentrica dei muscoli posteriori della coscia è riconosciuta come un importante fattore di rischio modificabile. Ciò ha portato allo sviluppo di esercizi di prevenzione come il Nordic Hamstring Exercise (NHE). Ci sono moltissimi studi a riguardo, infatti, come detto nello STUDIO 1<sup>15</sup>, il tasso di rischio di lesione è stato ridotto del 51% grazie al NHE. Inoltre sono stati registrati miglioramenti della forza eccentrica, dello spessore muscolare, dell'angolo di pennazione e dei picchi di coppia. Il sovraccarico delle contrazioni eccentriche può allungare i fasci muscolari, che potrebbero mediare il meccanismo protettivo di miglioramento della forza muscolare a lunghezze maggiori. Nello STUDIO 4<sup>21</sup> è stato perfezionato il NHE tradizionale, il quale comprendeva un carico costante, in un NHE a carico progressivo. Si sono osservati significativi della forza dei flessori del ginocchio e un miglioramento dei rapporti H:Q, ovvero di due fattori di rischio di lesione.

L'incidenza di queste lesioni non è diminuita nonostante ci siano efficaci programmi di prevenzione degli infortuni incentrati sul miglioramento della forza eccentrica del tendine del ginocchio. Lo STUDIO 2<sup>19</sup> ha evidenziato questo dato preoccupante e, dopo aver affermato che l'unico esercizio validato dagli studi è il Nordic Hamstring Exercise, ha analizzando le possibili cause e i possibili limiti di esso. Uno dei principali problemi è la scarsa compliance. Nello STUDIO 1<sup>15</sup>, gli autori avevano concluso che quando la compliance era bassa il NHE non aveva avuto una buona efficacia. I fattori ipotizzati responsabili di una scarsa compliance sono: il programma NHE risulta faticoso per gli atleti, il dolore iniziale sperimentato da alcuni soggetti nello svolgere l'esercizio, la

mancanza di tempo, l'indolenzimento muscolare a insorgenza ritardata o anche la necessità di sedersi a terra o su un tappetino.

Anche nello STUDIO 3<sup>20</sup> era emerso il problema della compliance sia nel gruppo che svolgeva il NHE prima dell'allenamento (NHE BEF) sia nel gruppo che lo aveva in programma al termine dell'allenamento (NHE AFT). La compliance è stata più bassa in particolare nel NHE BEF, in quanto i calciatori, appena arrivavano, preferivano cominciare subito l'allenamento tradizionale in campo piuttosto che fare l'NHE in palestra. Per di più durante lo studio su giocatori dilettanti, le sessioni di allenamento sono state a volte annullate a causa del maltempo, e spesso i giocatori erano assenti o in ritardo per l'allenamento a causa di impegni di lavoro o familiari. Questi fattori sicuramente hanno influito a fini del risultato complessivo dello studio e in particolare sui risultati relativi al NHE BEF.

Lo STUDIO 11<sup>30</sup> ha proposto una soluzione per ovviare alla suddetta problematica il Bounding Exercise Program (BEP), il quale rappresenta un programma di prevenzione degli infortuni più specifico per lo sport rispetto ad altri tipi di esercizi. Il BEP oltre a migliorare le prestazioni di sprint e salto, può risultare più pratico e intuitivo. Un altro punto a sfavore del NHE (come affermato ancora dallo STUDIO 2<sup>19</sup>) può essere il fatto che viene eseguito a velocità diverse da quello che lo sport da contatto richiede, come ad esempio cambi di direzione o sprint.

Proprio per quanto riguarda lo sprint, lo STUDIO 8<sup>27</sup> ha valutato gli effetti sulle prestazioni di sprint di due tipi di esercizi utilizzati in associazione all'allenamento regolare. Questi due esercizi sono: il Nordic Hamstring Exercise e l'allenamento con prove di sprint. I risultati hanno mostrato che nel calcio un programma incentrato sullo sprint durante le prime 6 settimane del periodo precampionato associato al regolare allenamento ha indotto maggiori aumenti della lunghezza del fascicolo del bicipite femorale e prestazioni di gran lunga migliori nello sprint rispetto a quanto ottenuto nel gruppo NHE.

La maggior parte delle lesioni del tendine del ginocchio si verificano nella fase di oscillazione tardiva, quando il tendine del ginocchio subisce un ciclo di allungamento-accorciamento ed esso svolge una quantità significativa di lavoro eccentrico. Questo perché durante la fase della corsa, il bicipite femorale e altri muscoli posteriori della

coscia funzionano in modo eccentrico sia per resistere alla flessione dell'anca e sia per decelerare l'estensione del ginocchio. Sarebbe quindi consigliabile allenare i muscoli posteriori della coscia con esercizi dominanti sia di anca che di ginocchio. Come emerso dallo STUDIO 2<sup>19</sup>, esistono un numero crescente di prove a favore degli esercizi di estensione dell'anca. È stato dimostrato che tali esercizi reclutano il capo lungo del bicipite femorale e il semitendinoso, mentre l'NHE recluta preferenzialmente il semitendinoso.

In aggiunta a quanto detto, lo STUDIO 10<sup>29</sup> che ha confrontato il Nordic Hamstring Exercise con allenamento di estensione dell'anca ha confermato che quest'ultimo suscita la massima attivazione assoluta del bicipite femorale ed è più efficace a promuovere l'ipertrofia del suo capo lungo rispetto al Nordic Hamstring Exercise.

Anche lo STUDIO 12<sup>31</sup> ha messo a confronto il NHE con un esercizio di estensione dell'anca (hip-extension conic-pulley exercise). È stato esaminato il tempo di rilassamento trasversale (T2) dei singoli muscoli posteriori della coscia con la risonanza magnetica funzionale (MRI) nei giocatori. Gli autori hanno concluso che la capacità del "hip-extension conic-pulley exercise" di reclutare selettivamente la regione prossimale del capo lungo del bicipite femorale può fornire utili indicazioni per le attuali pratiche di riabilitazione e prevenzione degli infortuni.

L'elemento che accomuna questi tre studi è il fatto che sottolineano la necessità di incrementare gli esercizi che riguardano l'anca, oltre che il ginocchio, per la prevenzione degli infortuni degli hamstring. Anche perché gli ischiocrurali sono dei muscoli bi-articolari, pertanto non è ammissibile non coinvolgere tutte le sue componenti.

Un ulteriore fattore di rischio di lesione può essere la rigidità e la scarsa flessibilità degli hamstring. Muscoli rigidi sono poco elastici, quindi non riescono a gestire lo stress richiesto e sono assai vulnerabili.

Lo STUDIO 5<sup>22</sup> ha esaminato gli effetti dell'allenamento della forza eccentrica col Nordic Hamstring sull'architettura, la rigidità e la forza dei muscoli posteriori della coscia. Il gruppo sperimentale, ovvero quello che comprendeva il Nordic Hamstring, ha aumentato il volume e l'area della sezione trasversale fisiologica ma non ha registrato

cambiamenti significativi nella lunghezza del fascicolo muscolare. Questo perché le modificazioni della lunghezza del fascicolo del capo lungo del bicipite femorale sono più sensibili ai cambiamenti della posizione dell'anca rispetto a quelli del ginocchio. Questa differenza è molto probabilmente correlata a un braccio del momento del bicipite femorale più grande che determina una maggiore escursione del muscolo con angoli dell'anca alterati, rispetto al ginocchio. Tempo fa per allungare i muscoli si ricorreva dapprima all'utilizzo dello stretching statico e successivamente allo stretching dinamico.

Lo STUDIO 7<sup>26</sup> confronta gli effetti acuti del foam rolling, dello stretching statico e dello stretching dinamico, utilizzati come parte di un riscaldamento, sulla flessibilità e sulla forza muscolare nella flessione e nell'estensione del ginocchio. I punteggi del test di flessibilità sono migliorati significativamente dopo il foam rolling rispetto allo stretching statico e dinamico. Quindi il Foam Roller è risultato più efficace dello stretching statico e dinamico nell'aumentare la flessibilità dei m. quadricipiti e dei muscoli posteriori della coscia.

Lo STUDIO 6<sup>24</sup>, invece, ha confrontato gli effetti del Tissue Flossing sulla funzione dei muscoli posteriori della coscia rispetto allo stretching dinamico (DS). L'uso del Flossing Tissue ha migliorato i risultati dei test di sollevamento della gamba dritta (SLR) e il test di estensione passiva del ginocchio (KE), ciò suggerisce che il Flossing Tissue aumenta la tolleranza all'allungamento. Questo perché il calore e la pressione meccanica causata dal Flossing Tissue possono consentire ai muscoli di allungarsi facilmente, diminuendo la viscoelasticità fasciale.

In letteratura la presenza di un infortunio precedente è considerato un fattore di rischio inequivocabile per il danno muscolare ai muscoli posteriori della coscia. Alcuni autori hanno riportato che individui con una storia di lesioni al bicipite femorale mostrano picchi di angoli di coppia più chiusi di quelli mostrati per la gamba lesionata, che comporta inevitabilmente un rischio di recidiva (Brandon Schmitt et al., 2012)<sup>10</sup>. Ciò significa che, dopo aver subito un infortunio, è probabile che il soggetto recuperi la sua capacità di produrre forza nei suoi muscoli posteriori della coscia, ma in un modo diverso rispetto alla curva di tensione-lunghezza, cioè più debole o meno in grado di produrre forza ad angoli di ROM ottimali. L'alto tasso di recidiva è dovuto al recupero fisiologico che attua il nostro corpo post-lesione muscolare che è diverso da quello post-

lesione ossea. L'elemento distintivo che differenzia una lesione muscolare da una lesione a livello osseo è rappresentato dal fatto che il muscolo scheletrico va incontro ad un processo 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, si ripara attraverso un processo che comunque esita nella formazione di un'area cicatriziale, che rappresenta un tessuto diverso rispetto a quello preesistente.<sup>32</sup> La cicatrice che ripara la lesione è una zona a rischio perché è molto rigida e poco deformabile. Il muscolo lesionato deve riacquistare le capacità di forza ed elasticità che garantiscano la prestazione. Lo STUDIO 1<sup>15</sup> ha citato uno studio controllato randomizzato a cluster (di Petersen et al.)<sup>18</sup> in cui ha analizzato separatamente infortuni nuovi e ricorrenti dei muscoli posteriori della coscia dopo il Nordic Hamstring Exercise. L'effetto è stato buono per gli atleti che non avevano avuto precedenti lesioni, ma è stato ancora maggiore per i giocatori con una storia di stiramenti dei muscoli posteriori della coscia, con una riduzione dell'86% del tasso di infortuni rispetto al normale programma di allenamento. Lo STUDIO 9<sup>28</sup> ha dimostrato che l'allenamento con la "sedia romana a gamba singola" ha sostanzialmente migliorato le prestazioni del ponte per i muscoli posteriori della coscia a gamba singola, suggerendo che potrebbe essere una strategia efficace per ridurre il rischio di re-infortunio a livello dei muscoli posteriori della coscia. In conclusione il NHE è ampiamente utilizzato ed ha dimostrato una grande efficacia nel prevenire l'insorgenza di infortuni dei m. ischio crurali, tuttavia non vanno attribuiti a questo esercizio dei benefici l'allungamento dei fascicoli o il miglioramento delle prestazioni nello sprint che non gli appartengono. Come visto precedentemente ci sono altri tipi di metodi più funzionali che possono raggiungere quegli scopi.

## **7. PROTOCOLLO DI PREVENZIONE**

Alla luce delle argomentazioni discusse si potrebbe stilare un protocollo di prevenzione. Il Nordic Hamstring Exercise è l'esercizio con più documentazioni scientifiche a supporto, quindi deve necessariamente essere presente nel protocollo, non senza, però, alcuni aggiustamenti ed esercizi complementari.

Innanzitutto deve essere un NHE progressivo, quindi col passare delle settimane deve crescere proporzionalmente di serie e di ripetute. Inoltre deve essere svolto preferibilmente dopo l'allenamento per garantire una maggiore compliance, e per ottenere rinforzo ottimale del muscolo. È bene che l'esercizio venga effettuato nel miglior modo possibile, quindi bisogna assicurarsi che non ci siano compensi o errori nello svolgimento.

Negli atleti con una storia di precedente infortunio agli ischiocrurali è consigliato aggiungere al programma di prevenzione, la “sedia romana a gamba singola” in quanto è stata segnalata una efficacia di questo esercizio nel ridurre le recidive.

Il bicipite femorale e altri muscoli posteriori della coscia funzionano in modo eccentrico sia per resistere alla flessione dell'anca e sia per decelerare l'estensione del ginocchio. Dunque sarebbe consigliabile allenare i muscoli posteriori della coscia con esercizi dominanti sia di anca che di ginocchio. A riguardo si potrebbero svolgere o il “Russian Belt Deadlift” o l’“Hip-Extension Conic-Pulley Exercise”. Si inserirà nel programma quest'ultimo se si vuole reclutare selettivamente il capo lungo del bicipite femorale, mentre si introdurrà il Russian Belt Deadlift se si vuole potenziare tutti i muscoli flessori della coscia simultaneamente, in quanto con questo esercizio si ha un'ampia escursione dell'anca, dovuta al movimento di flessione in avanti del tronco, combinata con un'estensione completa del ginocchio.

Per allungare il muscolo bicipite femorale, e quindi per poter poi lavorare sui catene muscolari più lunghe ed elastiche, si può utilizzare il Flossing Tissue. Il calore e la pressione meccanica causata dal Flossing Tissue possono consentire ai muscoli di allungarsi facilmente diminuendo la viscoelasticità fasciale, pertanto aumenta la tolleranza all'allungamento. Un'alternativa più pratica per i livelli dilettantistici può essere il Foam Roller che si è dimostrato più efficace del comune stretching (sia statico che dinamico).

Questo protocollo avrebbe il potenziale di agire contemporaneamente su tutti i fattori di rischio della lesione a livello dei m. hamstring colmando le lacune che il Nordic Hamstring Exercise poteva presentare. Inoltre il limite della scarsa compliance per l' NHE viene superato in quanto la compliance aumenta quando è

inserito in uno specifico programma di prevenzione degli infortuni, come ad esempio in "FIFA 11" (STUDIO 1)<sup>15</sup>.

### 7.1 TABELLA RIASSUNTIVA PROTOCOLLO

PROBLEMA	SOLUZIONE	BENEFICI
Perfezionamento del Nordic Hamstring Exercise (NHE)	NHE progressivo NHE dopo la sessione di allenamento	Forza dei flessori Rapporti H:Q Spessore del muscolo Pennation angle Compliance
Scarso coinvolgimento della componente dell'anca	"Russian Belt Deadlift" "Hip-Extension Conic-Pulley Exercise"	Allenare muscoli posteriori della coscia con esercizi dominanti sia di anca che di ginocchio
Alto rischio di recidiva	"Sedia romana a gamba singola"	Riduzione tasso di recidiva degli infortuni Miglioramento delle prestazioni nel test SLHB
Allungamento del bicipite femorale	Foam Roller Flossing Tissue	Flessibilità Hamstring Miglioramento test KE e SLR
Scarsa compliance	NHE dopo la sessione di allenamento NHE inserito in uno specifico programma di prevenzione degli infortuni	Maggior compliance riscontrata

Tabella 2: Schema protocollo di prevenzione



## 8. CONCLUSIONE

Le lesioni dei muscoli posteriori della coscia sono tutt'ora uno dei maggiori problemi negli sport da contatto, infatti sono le lesioni muscolari più comuni e hanno un alto tasso di recidiva. Questo protocollo potrebbe ridurre l'incidenza di infortunio e recidiva in quanto permette di coinvolgere la componente dell'anca, di allungare i fascicoli muscolari degli ischiocrurali, oltre a garantire una migliore compliance. Infine per ogni tipo di aspetto da migliorare, sono presenti varie alternative in modo da adattare il protocollo ad una gamma di atleti più ampia possibile.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) <https://www.traininglab-italia.com/hamstring-prevenire-gli-infortuni/>
- 2) <https://footballexplorer.it/2020/07/il-meccanismo-lesivo-degli-hamstring/>
- 3) *Manrico Morroni, Anatomia funzionale e imaging, Sept 2017 Edi.Ermes*
- 4) *Ekstrand, Jan, Martin Hägglund, e Markus Waldén. 2011. «Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer)». The American Journal of Sports Medicine 39(6):1226–32.*
- 5) *Chumanov, Heiderscheit & Thelen, 2007, 2011; Schache et al., 2012*
- 6) *Kerkhoffs, Gino M. M. J., e Elvire Servien. 2014. Acute Muscle Injuries. Springer Science & Business Media.*
- 7) *Brophy, Robert H., Sherry I. Backus, Brian S. Pansy, Stephen Lyman, e Riley J. Williams. 2007. «Lower Extremity Muscle Activation and Alignment during the Soccer Instep and Side-Foot Kicks». The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 37(5):260–68.*
- 8) *Mancini A. Morlacchi C. Clinica ortopedica - Atlante V edizione Piccin 2018*

9) <https://ortopediaborgotaro.it/otb-news-per-il-paziente-ortopedia-borgotaro/259-lesioni-dei-muscoli-ischio-crurali>

10) Brandon Schmitt, Tim Tyler e Malachy P McHugh, 2012

11) “Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Predicting hamstring strain injury in elite athletes (2004). *Med Sci Sports Exerc.* Mar; 36(3):379-87”

12) Petersen, Jesper, Kristian Thorborg, Michael Bachmann Nielsen, Esben Budtz-Jørgensen, e Per Hölmich. 2011. «Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men’s Soccer: A Cluster-Randomized Controlled Trial». *The American Journal of Sports Medicine* 39(11):2296–2303.

13) <https://www.youtube.com/watch?v=gLTcUd2Dbkc&t=119s>

14) <https://blog.performancelab16.com/nordic-hamstring/>

15) Wesam Saleh A. Al Attar • Najeebullah Soomro • Peter J. Sinclair • Evangelos Pappas • Ross H. Sanders Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis 17 OCT 2016

16) van der Horst N, Smits DW, Petersen J, et al. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2015;43(6):1316–23.

17) Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, et al. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *Am J Sports Med.* 2008;36(6):1052–60.

18) Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, et al. Acute hamstring injuries in Danish elite football: a 12-month prospective registration study among 374 players. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(4):588–92.

19) Aiden J Oakley, Jacob Jennings, Chris J Bishop *Holistic Hamstring Health: not just the Nordic hamstring Exercise*. 4 MAY 2017

20) R. Lovell | M. Knox | M. Weston | J. C. Siegler1 | S. Brennan1 | P. W. M. Marshall *Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training?* 16 MAY 2017

21) Lucas Severo-Silveira, Mauricio P. Dornelles, Felipe X. Lima-E-Silva, Cèsar L. Marchiori, Thales M. Medeiros, Evangelos Pappas, Bruno M. Baroni *Progressive Workload Periodization Maximizes Effect of Nordic Hamstring Exercise on Muscle Injury Risk Factors*. 2018

22) Kayla D. Seymore, Zachary J. Domire, Paul DeVita, Patrick M. Rider, Anthony S. Kulas *The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength*. 26 FEB 2017

23) Hawkins D, Hull ML (1990) *A method for determining lower extremity muscle-tendon lengths during flexion/extension movements*. *J Biomech* 23:487–494

24) Hiroaki Kaneda, Naonobu Takahira, Kouji Tsuda, Kiyoshi Tozaki, Sho Kudo, Yoshiki Takahashi, Shuichi Sasaki and Tomonori Kenmoku *Effects of Tissue Flossing and Dynamic Stretching on Hamstring Muscles Function* 19 NOV 2020

25) <https://www.scienzemotorie.com/flossing-therapy-cose-e-come-funziona/>

26) Hsuan Su, Nai-Jen Chang, Wen-Lan Wu, Lan-Yuen Guo, and I-Hua Chu *Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-Ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults*. 12 SET 2016

27) Jurdan Mendiguchia1, Filipe Conceic, Pascal Edouard, Marco Fonseca, Rogerio Pereira, Hernani Lopes, Jean-Benoît Morin, Pedro Jimenez-Reyes *Sprint versus*

*isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players 15 FEB 2020*

28) *Macdonald, B, O'Neill, J, Pollock, N e Van Hooren, B. The single-leg Roman chair hold is more effective than the Nordic hamstring curl in improving hamstring strength-endurance in Gaelic footballers with previous hamstring injury. DIC 2019*

29) *Matthew N. Bourne, Steven J. Duhig, Ryan G. Timmins, Morgan D. Williams, David A. Opar, Aiman Al Najjar, Graham K. Kerr, Anthony J. Shield. Impact of the Nordic hamstring and hip extension Exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. 28 OCT 2016*

30) *S. Van de Hoef, B. M. A. Huisstede, M. S. Brink, N. de Vries, E. A. Goedhart and F. J. G. Backx The preventive effect of the bounding Exercise programme on hamstring injuries in amateur soccer players: the design of a randomized controlled trial. 22 AGO 2017*

31) *Alberto Mendez-Villanueva, Luis Suarez-Arrones, Gil Rodas, Rodrigo Fernandez-Gonzalo, Per Tesch, Richard Linnehan, Richard Kreider, Valter Di Salvo MRI-Based Regional Muscle Use during Hamstring Strengthening Exercises in Elite Soccer Players 1 SEP 2016*

32) *Kalimo H., Rantanen J., Järvinen M. Muscle injuries in sports. Baillieres Clin Orthop. 2: 1-24, 1997.*