



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze Materno-Infantili

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2017/2018

Campus Universitario di Savona

I criteri del RTP a seguito di una Hamstring injury

Candidato:

Dott. FT Afrune Francesco

Relatore:

Dott. FT OMPT Curotti Marco

INDICE.

ABSTRACT.....	5
BACKGROUND	7
MATERIALI E METODI	11
Design dello studio	11
Selezione degli studi	12
Estrazione dei dati	13
RISULTATI	14
Partecipanti allo studio	14
Valutazione qualitativa	16
DISCUSSIONE.....	18
RMN al RTP	18
Valutazione clinica e test di performance al RTP.....	20
Limitazioni.....	24
Raccomandazioni per studi futuri	24
CONCLUSIONI.....	26
KEY POINTS	27
BIBLIOGRAFIA.....	28

ABSTRACT.

Background. Le lesioni agli *hamstring* sono tra gli infortuni muscolari più comuni nello sport e sono caratterizzate da un alto tasso di recidiva. Attualmente non vi è consenso sul processo decisionale *del Return to play* (RTP); nella pratica clinica quotidiana, un atleta è normalmente considerato pronto al RTP in presenza di ROM completo senza dolore e completamento di attività specifiche di sport in modo asintomatico. Nonostante questo approccio, i tassi di recidiva rimangono alti. Idealmente, i risultati di una valutazione soggettiva in combinazione con i risultati radiologici e clinici consentirebbero di prevedere un RTP sicuro, ma l'uso della risonanza magnetica (RMN) per predire il tempo al RTP sembra essere controverso. L'alto tasso di recidiva alimenta il dibattito sul fatto che le cause derivino intrinsecamente dalla lesione iniziale o dal risultato di una riabilitazione non ottimale o da un ritorno troppo prematuro all'attività sportiva.

Obiettivi. Lo scopo della tesi è realizzare una revisione sistematica che analizzi quale criteri debbano essere presi in considerazione per stabilire quando un atleta è pronto per la piena ripresa dell'attività sportiva.

Metodi. È stata effettuata una ricerca su *Pubmed* e *Cochrane Library* con lo scopo di includere studi di coorte, *case series* e revisioni sistematiche che trattano atleti con lesioni agli *hamstring*, diagnosticate entro 10 giorni dall'infortunio, e che osservano eventuali *reinjury* entro 1 anno dal RTP in relazione ai criteri RTP considerati. È stata effettuata una valutazione qualitativa degli studi inclusi utilizzando i criteri del consensus di *Hayden et al.* per gli studi osservazionali e la *checklist AMSTAR* per le revisioni sistematiche.

Risultati. Sono stati trovati 294 *records*, di cui 7 sono stati inclusi nella revisione per un totale di 1039 lesioni agli *hamstring* diagnosticate con esame clinico o RMN, entro 10 giorni dall'episodio lesivo.

Conclusioni. I risultati della revisione dimostrano scarsa/nessuna evidenza a sostegno dell'utilizzo dei parametri riscontrati alla RMN al RTP a seguito di una lesione agli

hamstring. L'assenza, durante l'esame fisico al RTP, di *discomfort* alla palpazione e di deficit della forza isometrica dei flessori di ginocchio, insieme all'assenza di deficit nell'estensione attiva del ginocchio e nell'esecuzione del *triple hop test for distance* rispetto al controlaterale (<10%) e all'assenza di dolore e insicurezza durante l'*Askling H-test*, sembrano essere i criteri maggiormente affidabili per un RTP più sicuro e con minor rischio di *reinjury* a seguito di una lesione agli *hamstring*. Eventuali lesioni agli *hamstring* precedenti al nuovo episodio e il coinvolgimento del muscolo Bicipite Femorale nella lesione sembrerebbe aumentare considerevolmente il rischio di *reinjury*.

BACKGROUND.

Le lesioni muscolari sono tra gli infortuni più comuni nello sport e rappresentano una delle principali cause di assenza dagli allenamenti e dalle competizioni. Inoltre richiedono un processo decisionale complesso da parte dello staff medico sia per il trattamento che l'autorizzazione al ritorno allo sport (RTP) (1). In uno studio osservazionale di 12 anni eseguito su calciatori professionisti europei, il 95% di tutte le lesioni muscolari avviene a carico dei seguenti muscoli: *hamstring*, adduttori, quadricipiti e polpacci, con i primi che risultano maggiormente colpiti (2).

Le lesioni agli *hamstring* avvengono durante attività sportive ad alta velocità o che richiedono gradi estremi in ROM (3) quali, per esempio, calcio, rugby, football, atletica e danza (4,5,6).

L'alto tasso di incidenza delle lesioni agli *hamstring* (specie nel calcio) è dovuta al fatto che la corsa esplosiva e il gesto del calciare impongono massicci carichi meccanici sulla rispettiva entità muscolare (5). In particolare, la fase *swing* frontale dello *sprint* e del calciare comporta un rischio di insufficienza muscolare, poiché gli *hamstring* devono impegnarsi in un intenso lavoro negativo (di assorbimento di energia) per controllare l'ampio movimento di flessione dell'anca e di estensione di ginocchio (5). La ricerca biomeccanica ha suggerito che la fase terminale di *swing* frontale potrebbe effettivamente rappresentare il meccanismo di lesione primaria poiché i carichi sui tendini muscolari sono massimizzati in quel momento (4,5,8,9). Gli *hamstring* subiscono un ciclo di allungamento-accorciamento durante lo *sprint*, con la fase di allungamento che si verifica durante la fase finale dello *swing* e quella di accorciamento che inizia poco prima del contatto del piede al suolo e prosegue per tutta la fase di *stance* (9).

Nel corso degli anni varie classificazioni sono state proposte ma, attualmente, ancora nessuna sembra essere d'aiuto al clinico (7). Le lesioni agli *hamstring*, dal punto di vista del meccanismo lesionale, possono essere classificate in 2 categorie, secondo il sistema di classificazione di Askling: "*high speed running type*" relativa ad un rapido

cambiamento nella lunghezza del muscolo in concomitanza a un cambiamento dell'ampiezza e della velocità dello sviluppo della forza e “*stretching-type*” che si verifica nei gradi estremi di allungamento del muscolo (4). La giunzione miotendinea prossimale del capo lungo del bicipite femorale (CLBF) e del semitendinoso (ST) e le porzioni prossimali del CLBF sono più frequentemente colpite e sono associate a una maggiore estensione dell'edema nelle lesioni acute (10). Le porzioni distali del muscolo ST, tuttavia, sembrano essere più comunemente associate a lesioni più estese (10). Tra gli altri, l'alterazione nella coordinazione neuromuscolare e l'inibizione neuromuscolare, sembrano giocare un ruolo in queste lesioni (5).

Dal punto di vista dell'*imaging* viene comunemente utilizzato il sistema di classificazione di *Peetrans* modificato: grado 0, diagnosi clinica di una lesione muscolare acuta senza anomalie alla RMN; grado 1, aumento dell'intensità del segnale su sequenze fluido-sensibili senza evidenza di lesione macroscopica; grado 2, aumento dell'intensità del segnale su sequenze fluido-sensibili con lesione parziale; grado 3, rottura totale del muscolo o del tendine (4,7,26).

Il peso delle lesioni agli *hamstring* nell'arco di una stagione calcistica è molto alto. Un atleta professionista, a causa delle lesioni agli *hamstring*, perde in media 18 giorni e 3 partite. Per una squadra di calcio professionistica significa avere almeno un giocatore infortunato, in media, per 15 partite e 90 giorni durante la stagione (11, 12). Queste lesioni, inoltre, si traducono in un calo delle prestazioni dell'atleta e in perdite finanziarie per la squadra a causa della mancata disponibilità del giocatore (6,13). Sui livelli d'élite, l'assenza di un giocatore infortunato costa per il club 30000 euro al giorno (7).

Le lesioni agli *hamstring* sono caratterizzate da un alto tasso di recidiva (14-63%) entro 2 anni dalla lesione iniziale, con il secondo infortunio generalmente più severo del primo (3,5,6,8,14,15,16). Particolarmente allarmante è l'osservazione che i tassi di recidiva non sono migliorati negli ultimi 30 anni (11,12). La persistenza di fattori di rischio e lo sviluppo di maladattamenti post-lesione possono spiegare la recidiva del danno (16). Le recidive sembrano verificarsi di più a carico del Bicipite Femorale (BF),

mentre sono rare a carico dei muscoli Semitendinoso e Semimembranoso (SM) (2,17,18,19). La letteratura ci dice che 1/3 delle lesioni al BF tende a ripresentarsi per lo più entro la prima settimana dal RTP (13).

La *timeline* di RTP, a seguito di lesione muscolare, dipende da diversi fattori quali il meccanismo lesionale, la severità della lesione muscolare e il gruppo muscolare coinvolto (2). Le lesioni agli *hamstring* sono associate a più lungo tempo al RTP rispetto ad altri gruppi muscolari (2). Queste elevate percentuali di recidiva potrebbero essere dovute ad una riabilitazione inadeguata e/o ritorno prematuro all'attività di gioco (RTP) (11). Di tutte le recidive, più della metà si verificano entro il primo mese dopo RTP. (11)

È di comune accordo che qualsiasi decisione di RTP debba essere basata su una valutazione del rischio legata allo stato di salute del tessuto e sulla valutazione dei fattori contestuali legati all'atleta, come ad esempio pressioni esterne, conflitti di interessi o altro (11). L'esatto momento del RTP è difficile da determinare; infatti, non solo il benessere del paziente, ma anche fattori esterni come competizioni sportive e interessi finanziari giocano un ruolo importante (3). Determinare quando un giocatore è pronto a tornare a giocare dopo un infortunio muscolare è impegnativo e di difficile valutazione anche perché il recupero dalla lesione è molto variabile (1). La descrizione della gravità dell'infortunio è in genere basata su segni e sintomi, informazioni sul meccanismo della lesione e studi di *imaging* (1). Attualmente non vi è consenso sul processo decisionale di RTP; nella pratica clinica quotidiana, un atleta è normalmente considerato pronto al RTP in presenza di ROM completo senza dolore e completamento di attività specifiche di sport in modo asintomatico (14). Nonostante questo approccio, i tassi di recidiva rimangono alti (14).

Idealmente, i risultati di una valutazione soggettiva in combinazione con i risultati radiologici e clinici consentirebbero di prevedere un RTP sicuro senza un alto rischio di *reinjury* (14). L'uso della RMN per predire il tempo al RTP sembra essere controverso e la funzione muscolare dopo RTP post lesione muscolare sembra migliorare nel tempo. La funzione muscolare può non essere al 100% per RTP (2,6,18);

uno studio su calciatori semiprofessionisti ha rilevato che la funzione muscolare dopo il RTP migliorava con il tempo dopo il ritorno al gioco; al momento del RTP, gli atleti con la lesione agli *hamstring* sono stati più lenti nello sprint, rispetto alle loro controparti che non presentavano la lesione; a 2 mesi dal RTP, il gruppo di atleti con la lesione ha dimostrato un aumento della forza orizzontale e della potenza orizzontale, che è stata associata ad una migliore accelerazione durante lo sprint, senza differenze tra i due gruppi (2).

L'alto tasso di recidiva alimenta il dibattito sul fatto che le cause derivino intrinsecamente dalla lesione iniziale (da un processo di guarigione incompleto) o dal risultato di una riabilitazione non ottimale (13). Risulta quindi necessario fare chiarezza su quali siano i criteri che debbano essere presi in considerazione per stabilire quando un atleta è pronto per la piena ripresa dell'attività sportiva a seguito di una lesione agli *hamstring*.

MATERIALI E METODI.

Design dello studio.

Per questo elaborato di tesi è stata effettuata una ricerca in letteratura seguendo le linee guida del *PRISMA Statement* 2009. È stata condotta una ricerca sistematica della letteratura su *Pubmed* e *Cochrane Library* da Novembre 2018 a Febbraio 2019.

- *Popolazione*: Atleti con lesione agli *hamstring*.
- *Intervento*: -
- *Confronto*: -
- *Outcome*: Ritorno in campo con o senza *reinjury* dello stesso tipo e nello stesso sito nell'arco di 12 mesi.

PUBMED

((("Hamstring Muscles"[majr] OR "biceps femoris" OR "semitendinosus" OR "semimembranosus" OR "hamstring") AND ("Wounds and Injuries"[Mesh] OR "Leg Injuries"[Mesh] OR "Sports/injuries"[Mesh] OR "Sprains and Strains"[Mesh] OR "Athletic Injuries"[Mesh] OR "muscle injur*" OR "injur*" [tiab] OR "strain*" [tiab] OR "damage" [tiab] OR "rupture*" [tiab] OR "tear*" [tiab] OR "lesion" [tiab])) AND ("hamstring injur*" OR "hamstring strain*" OR "hamstring tear*" OR "posterior thigh injur*" OR "hamstring muscles injur*" OR "posterior thigh strain*") AND ("Recovery of Function"[Mesh] OR "Return to Sport"[Mesh] OR "return to play" OR "time lost from competition" OR "recover*" OR "return*" OR "playing days lost" OR "return to sporting activities" OR "resumption of sporting activity") NOT ("Anterior Cruciate Ligament Injuries"[Mesh] OR "Anterior Cruciate Ligament Reconstruction"[Mesh] OR "ACL Reconstruction"))

Records = 273

COCHRANE

#1MeSH descriptor: [Hamstring Muscles] explode all trees (43)
 #2"biceps femoris" OR "semitendinosus" OR "semimembranosus" OR "hamstring"
 (1482)
 #3MeSH descriptor: [Wounds and Injuries] explode all trees (21504)
 #4MeSH descriptor: [Leg Injuries] explode all trees (3832)
 #5MeSH descriptor: [Athletic Injuries] explode all trees (604)
 #6MeSH descriptor: [Sprains and Strains] explode all trees (1102)
 #7"muscle injur*" OR "injur*" OR "strain*" OR "damage" OR "rupture*" OR "tear*" OR
 "lesion" (43510)
 #8MeSH descriptor: [Recovery of Function] explode all trees (4512)
 #9MeSH descriptor: [Return to Sport] explode all trees (20)
 #10"return to play" OR "time lost from competition" OR "recover*" OR "return*" OR
 "playing days lost" OR "return to sporting activities" (14457)
 #11MeSH descriptor: [Anterior Cruciate Ligament Injuries] explode all trees (631)
 #12MeSH descriptor: [Anterior Cruciate Ligament Reconstruction] explode all trees
 (330)
 #13"ACL reconstruction" (914)
 #14(#1 OR #2) AND (#3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7) AND (#8 OR #9 OR #10) NOT (#11
 OR #12 OR #13) (42)

Records = 42

Selezione degli studi.

Dopo aver eliminato i duplicati, sono stati esaminati titoli e abstract per valutarne la coerenza con lo studio seguente. Studi con titolo e abstract non pertinenti sono stati esclusi. Dopo di ciò è stata effettuata una valutazione *full-text* degli articoli rimanenti sulla base di criteri di inclusione ed esclusione prestabiliti e di seguito riportati.

CRITERI INCLUSIONE

- Studi in lingua inglese o italiana
- Partecipanti con lesione agli *hamstring* diagnosticata entro 10 giorni con esame clinico, RMN o entrambi
- Studi che specificano i criteri RTP utilizzati
- Studi con definizione di Time to RTP utilizzata (dall'infortunio al completamento di una seduta di allenamento sport-specifico)
- Studi che osservano l'eventuale avvenimento di una *reinjury*, allo stesso muscolo e dello stesso tipo, entro 12 mesi dal RTP
- Tipologia di studio:
 - Studi di coorte prospettici e retrospettivi
 - *Case series*
 - Revisioni sistematiche
- Studi che indagano il RTP negli sportivi

CRITERI ESCLUSIONE

- Studi con lingua non italiana o inglese
- Partecipanti con rottura completa, avulsioni, tendinopatie degli *hamstring* o sottoposti ad interventi chirurgici
- Valutazione della *reinjury* oltre 12 mesi dal RTP
- *Records* con titolo e abstract non pertinenti con lo scopo della ricerca
- Studi con RTP non definiti

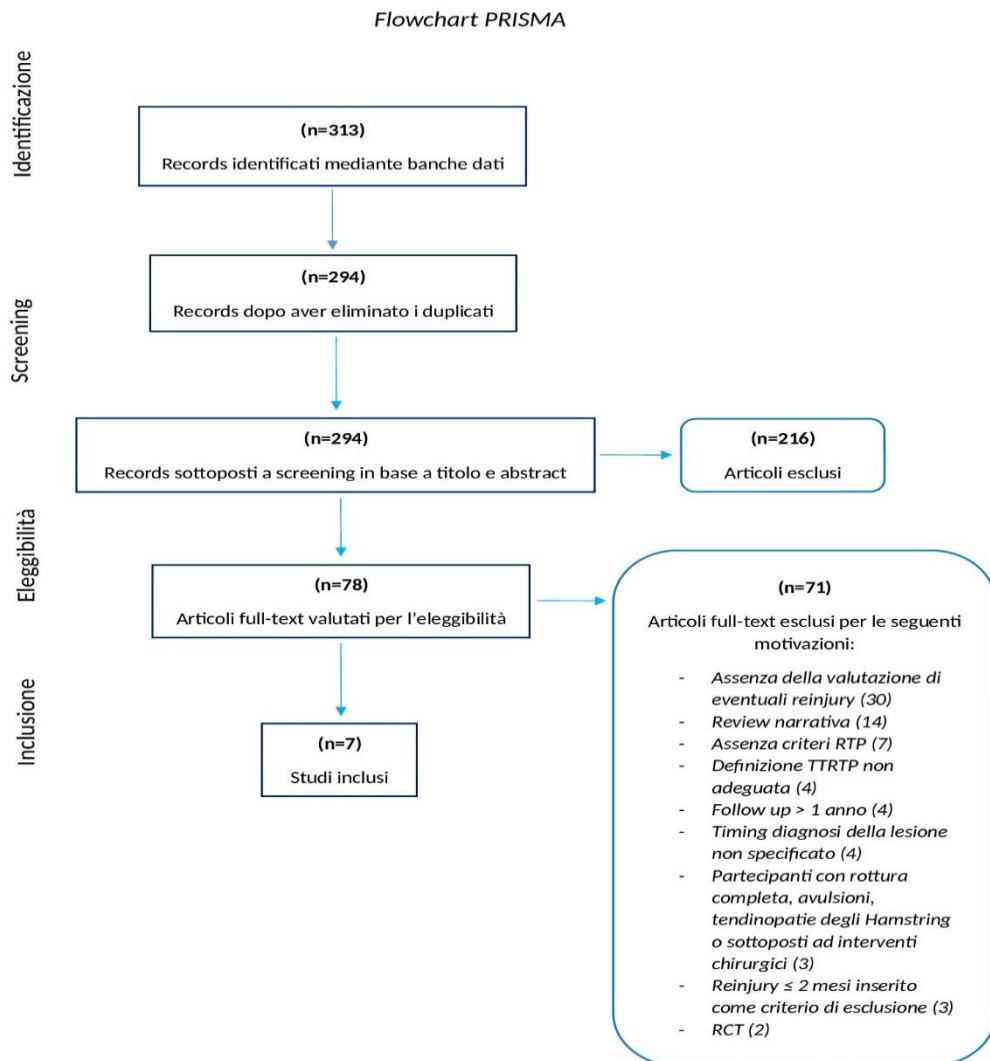
Estrazione dei dati.

I dettagli dei partecipanti, il parametro temporale di *reinjury* preso in considerazione, i criteri RTP e l'esito dei vari studi, sono stati riportati nella Tabella 1.

RISULTATI.

Partecipanti allo studio.

Un totale di 1039 lesioni agli *hamstring*, diagnosticate entro 10 giorni dall'infortunio iniziale attraverso esame clinico o RMN o combinando entrambi, sono state reclutate attraverso i 7 studi inclusi nella revisione. Questi partecipanti includevano un mix di individui maschi e donne che partecipavano a sport a livello professionale, semiprofessionale, collegiale o ricreativo.



	Popolazione	Osservazione	Criteri RTP	Esito
<i>Mendiguchia et al.</i>	24 calciatori semiprofessionisti con diagnosi, entro 4 giorni dall'infortunio, di lesione hamstring di grado I	Reinjury entro 6 mesi dal RTP	Assenza dolore alla palpazione Isokinetic knee flexion/extension a $60^\circ \times s^{-1} < 10\%$ H/H e H/Q $> 0,45$ (Biodex) o $> 0,47$ (Cyrex) Estensione d'anca da prono $< 10\%$ rispetto al controlaterale Triple hop test $< 10\%$ rispetto al controlaterale Single leg bridge test > 25 e $< 10\%$ rispetto al controlaterale ASLR test (assenza compensazione) Asking H-test (assenza dolore e insicurezza)	1 reinjury
<i>Van Heumen et al.</i>	190 atleti con lesione hamstring, diagnosticata entro 7 giorni dall'infortunio	Reinjury entro 2 mesi/ 1 anno dal RTP	Presenza di segnale di iperintensità Segnale di iperintensità T2 normalizzato Lunghezza del segnale di iperintensità Area di sezione trasversa del segnale di iperintensità Presenza di fibrosi intramuscolare Lunghezza longitudinale della fibrosi Lunghezza della fibrosi in vista assiale Larghezza della fibrosi in vista assiale Volume della fibrosi Muscolo con fibrosi coinvolto	Nessun associazione tra MRI al RTP e reinjury (35)
<i>Hickey et al.</i>	601 partecipanti con lesione hamstring, diagnosticata entro 10 giorni dall'infortunio	Reinjury da minimo 6 mesi a 1 anno dal RTP	Valutazione clinica (Forza flessione isometrica di ginocchio, Palpazione pain-free, ROM, "valutazione clinica normale") Test di performance (Pain-free e prontezza soggettiva durante uno scatto, durante test di agilità e movimenti sport-specifici, durante intero allenamento, Uguale single leg triple hop for distance) Dinamometria isocinetica (Differenza di forza isocinetica $\leq 5\%$ a 60 e $180^\circ/s$, Risultati del test di forza isocinetica considerato, Forza isocinetica percepita uguale per entrambi gli arti) Asking H-test (Assenza dolore o insicurezza durante "ballistic hip flexion" con ginocchio in completa estensione da supino)	Relazione tra vari criteri RTP e reinjury
<i>Reurink et al.</i>	108 atleti con lesione hamstring di grado I o II, diagnosticata entro 5 giorni dall'infortunio	Presenza fibrosi con MRI al RTP e reinjury entro 1 anno dal RTP	Presenza fibrosi intramuscolare Muscolo con fibrosi Estensione della fibrosi	26 reinjuries (10/41 con fibrosi e 16/67 senza)
<i>De Vos et al.</i>	64 pazienti con diagnosi di lesione hamstring di grado I o II, diagnosticata entro 5 giorni dall'infortunio	Reinjury entro 1 anno dal RTP	Alto numero di precedenti lesioni agli hamstring Deficit nell'estensione attiva di ginocchio Deficit di forza nella flessione isometrica a 15° di ginocchio Presenza di discomfort localizzato alla palpazione	17 reinjuries
<i>Tol et al.</i>	52 calciatori professionisti con diagnosi di lesione hamstring di grado I o II, diagnosticata entro 5 giorni dall'infortunio	Reinjury entro 2 mesi dal RTP	Deficit funzionale isocinetico	6 reinjuries
<i>Reurink et al.</i>	53 atleti con diagnosi di lesione hamstring di grado I o II, diagnosticata entro 5 giorni dall'infortunio	Reinjury entro 2 mesi dal RTP	Presenza e estensione di segnale di iperintensità intramuscolare Presenza e estensione fibrosi	5 reinjuries

Tabella 1

Valutazione qualitativa.

Study	Bias potenziale*						Risk of bias
	1	2	3	4	5	6	
<i>Mendiguchia et al.</i>	+	+	+	+	+	+	Basso
<i>Reurink et al.</i>	+	+	+	+	+	+	Basso
<i>De Vos et al.</i>	+	+	+	+	-	+	Basso
<i>Tol et al.</i>	+	+	+	+	-	+	Basso
<i>Reurink et al.</i>	+	+	+	+	-	-	Alto

*1: study participation, 2: study attrition, 3: prognostic factor measurement, 4: outcome measurement, 5: confounding measurement, 6: analysis.

	Van Heumen et al.	Hickey et al.
Il disegno di studio è stato deciso a priori?	Si	Si
La selezione degli studi e l'estrazione dei dati è stata duplicata?	Si	Si
E' stata effettuata una ricerca completa della letteratura disponibile?	Si	Si
Il tipo di pubblicazione è stato utilizzato come criterio di inclusione?	Si	-
E' stato fornito un elenco di studi inclusi ed esclusi?	-	-
Sono state illustrate le caratteristiche degli studi inclusi?	Si	Si
E' stata valutata e documentata la qualità scientifica degli studi inclusi?	Si	Si
La qualità scientifica degli studi inclusi è stata utilizzata adeguatamente nel formulare le conclusioni?	Si	-
Sono stati appropriati i metodi utilizzati per combinare i risultati degli studi?	Si	Si
E' stato valutato il rischio di bias dello studio?	Si	Si
E' stato considerato il possibile conflitto di interessi?	-	Si
Punteggio	9/11	8/11
Qualità	A	A

Score= 0-3: bassa qualità, 4-7 media qualità, 8-11 alta qualità.

La qualità metodologica degli studi osservazionali inclusi è stata valutata utilizzando i criteri del consensus di *Hayden et al.* del 2006. Quattro studi presentano un basso *risk of bias* e uno studio un alto *risk of bias*, correlato a misurazioni confondenti, non chiaramente definite (parametro assente anche in due altri studi con basso *risk of bias*), e all'analisi statistica, non appropriata per il disegno di studio. La qualità metodologica delle due revisioni sistematiche incluse è stata invece valutata utilizzando la *checklist* AMSTAR. Entrambe presentano un'alta qualità metodologica, con un punteggio di 8/11 uno e 9/11 l'altro. Ad entrambi gli studi è assente un elenco degli studi esclusi dalla revisione.

DISCUSSIONE.

L'autorizzazione al RTP, a seguito di una lesione agli *hamstring*, è sempre stata associata all'assenza di segni e sintomi di lesione durante i test di performance e le valutazioni cliniche, coerentemente con i lavori pubblicati di recente (21,22). Per cui è sicuramente un criterio fondamentale per la decisione del RTP, essere in grado di eseguire sprint e movimenti sport-specifici senza dolore (21).

Tre tra gli studi inclusi nella nostra revisione osservano se eventuali parametri riscontrati alla RMN, effettuata al momento del RTP, possano essere validi criteri o meno da utilizzare per valutare se l'atleta è pronto alla piena ripresa dell'attività (20,22,24); nei restanti quattro vengono utilizzati valutazione clinica e test di performance come criteri RTP (13,14,21,23).

RMN al RTP

Nella revisione sistematica di *Van Heumen et al.* si evince scarsa/nessuna evidenza circa l'associazione tra parametri riscontrati alla RMN al momento del RTP e *reinjury* (20). In questo articolo solo tre studi, tra cui i due di *Reurink et al.* inclusi nella nostra revisione, indagano la correlazione tra i risultati della RMN e il rischio di *reinjury* (22,24,31). Questo aspetto evidenzia la necessità di nuovi studi che indaghino e considerino i parametri della RMN al RTP come valutazione del rischio di *reinjury* osservando, eventualmente, un campione di studio più ampio rispetto a quello presente negli studi che si sono posti lo stesso obiettivo. La popolazione osservata di 190 atleti è composta principalmente da atleti maschi (95%) provenienti da diversi sport (calcio nella stragrande maggioranza) a livello professionale, competitivo o ricreazionale (22,24,31); dati che aumentano la validità esterna dei risultati, generalizzandoli a qualsiasi tipo di livello sportivo, ma restringendo il campo principalmente ai calciatori maschi.

Moderata evidenza è stata riscontrata per assenza di associazione con *reinjury* agli *hamstring* per presenza di fibrosi intramuscolare (*reinjury*: 16/26=62% versus *no*

reinjury: 51/82=62%. HR 0.95 95% CI 0.43 to 2.1; $p=0.898$), ovvero una cicatrice di tessuto connettivo definita alla RMN come un'area di insolita bassa intensità di segnale nel tessuto intramuscolare rispetto al tessuto muscolare circostante, su tutte le sequenze (20). La formazione del tessuto fibrotico, comunemente riscontrabile nei pazienti con lesione agli *hamstring*, altera la *stiffness* muscolare ed è frequentemente riportata come fattore di rischio di *reinjury*, nonostante che le evidenze degli studi clinici dimostrino che la presenza di fibrosi non incrementi il rischio di *reinjury* (24).

Assenza di associazione con *reinjury* è stata riscontrata anche per le caratteristiche geometriche della fibrosi riscontrate alla RMN, come lunghezza longitudinale (*reinjury* 3.3 cm versus *no reinjury* 6.5 cm; $p=NR$), lunghezza (*reinjury* 0.7 cm versus *no reinjury* 1.0 cm; $p=NR$) e larghezza assiale (*reinjury* 0.4 cm versus *no re-injury* 0.5 cm; $p=NR$), volume (*reinjury* 0.4 cm versus *no re-injury* 2.0 cm; $p=NR$) e anche per il muscolo coinvolto dalla fibrosi (*reinjury*: 10/10 in BF, 0 in SM e ST versus *no reinjury*: 26 in BF, 5 in SM e 0 in ST; $p=NR$) (20,22).

Dall'analisi di *Van Heumen et al.* i parametri sopra descritti, evidenziati alla RMN al RTP, presentano un basso *risk of bias* (20).

Alto *risk of bias* e limitata evidenza invece, per assenza di associazione con *reinjury* agli *hamstring* è stata trovata per presenza di iperintensità di segnale (*reinjury* 80%; 4/5 soggetti versus *no reinjury* 90%; 43/48 soggetti; $p=NR$) e normalizzato segnale di iperintensità T2 ($p= >0.05$); l'osservazione di tale incremento di intensità di segnale nel 90% degli atleti che non hanno sviluppato una *reinjury*, presente al momento del RTP, suggerisce che la normalizzazione di tale segnale non è richiesta per un RTP di successo (24); inoltre l'estensione di questo segnale rivela un pattern simile in entrambi i gruppi in termini di lunghezza longitudinale media (*reinjury*: 65 mm; range 0–94 mm versus *no reinjury*: 73 mm; range 0–220 mm; $p=NR$) e di area di sezione trasversa del muscolo coinvolta (*reinjury*: 14%; range 0–31% versus *no reinjury*: 8%; range 0–90%; $p=NR$) alla RMN al momento del RTP (20,24).

I campioni di entrambi gli studi di *Reurink et al.* sono partecipanti a due studi randomizzati controllati sull'effetto delle iniezioni di plasma ricco di piastrine nelle

lesioni di grado 1 e 2 (20,22,24). L'effetto di queste iniezioni sulla guarigione muscolare è ancora sconosciuto. Alcuni ricercatori suggeriscono un potenziale effetto fibrotico del fattore di crescita-b1, uno dei fattori di crescita derivati dalle piastrine; fattore che potrebbe falsare i risultati di questi studi (20,22,24).

In conclusione, ciò che si evidenzia dalla nostra revisione è la scarsa utilità della RMN nel processo decisionale che porta lo staff medico a dare l'ok all'atleta a riprendere l'attività sportiva; nessuno tra i parametri evidenziati alla RMN al RTP sembrerebbe poter essere utilizzato come criterio per un RTP di successo. Si evince, inoltre, la necessità di effettuare nuovi studi con un *sample size* più ampio e uniforme in termini di tipologia di sport, osservando un numero più elevato di atleti di sesso femminile, in modo tale da aumentare la validità esterna dei risultati, generalizzandoli ad una popolazione più ampia.

Valutazione clinica e Test di performance al RTP

La valutazione clinica e i test di performance sono state le categorie di criteri RTP più ampiamente implementate nella valutazione del RTP dopo lesione agli *hamstring* (21).

Una vasta gamma di specifici criteri RTP sono stati identificati nei quattro studi inclusi in questa revisione (13,14,21,23). La valutazione clinica per autorizzare il RTP viene generalmente effettuata tramite alcuni step. Nello specifico, la palpazione del sito della lesione (13,14,21) risulta molto importante; infatti la presenza di *discomfort* localizzato alla palpazione espone l'atleta ad un rischio 4 volte maggiore di andare incontro a *reinjury* (14). Viene poi testata manualmente la forza isometrica dei flessori di ginocchio (14,21) e il ROM (13,14,21), comparando entrambi i risultati con l'arto controlaterale. Successivamente vengono erogati i test di performance: estensione attiva di ginocchio, positivo per presenza di deficit rispetto all'arto controlaterale (13,14), e *triple hop test for distance* quelli maggiormente inseriti nella decisione al RTP; in quest' ultimo test l'obiettivo è di saltare il più lontano possibile

su una singola gamba per tre volte consecutive, senza perdere equilibrio, e atterrare saldamente. La distanza è misurata dalla linea di partenza al tallone della gamba di atterraggio. Una differenza $<10\%$ nella distanza tra l'arto infortunato e l'arto sano rende il test positivo per il RTP (13,21).

La natura soggettiva delle valutazioni cliniche utilizzate dagli studi identificati in questa revisione, come il test muscolare manuale, manca di affidabilità e sensibilità nel rilevare i deficit di forza. L'uso di misure più obiettive di forza isometrica, come la dinamometria manuale e fissata esternamente, ha dimostrato di fornire una guida più affidabile per il recupero clinico e può fornire ulteriori informazioni sul rischio di *reinjury* (21). L'alto costo e i requisiti tecnici e di laboratorio di questo metodo, però, spiegano il suo basso tasso di implementazione (21).

In addizione alla valutazione clinica e ai test di performance sono stati studiati l'utilizzo della dinamometria isocinetica e dell'*Askling H-test* come parte integrante del processo decisionale del RTP (13,21,23).

Nello studio di *Tol et al.* (23) la normalizzazione della funzione isocinetica sembra non essere un requisito indispensabile nel completamento di un programma di riabilitazione (in particolare football-specifico nel suo studio) (23). Tuttavia, a causa del basso tasso di *reinjury* e della bassa potenza statistica di questo risultato, rimane ancora da chiarire se il deficit funzionale isocinetico sia associato o meno all'aumento di rischio di *reinjury* (23).

Un criterio più recente e meno frequentemente implementato per RTP è stato l'*Askling H-test*, che fornisce una valutazione della capacità dell'atleta di tollerare l'allungamento dinamico dei muscoli posteriori della coscia. Il test per essere positivo nello stabilire il RTP, dev'essere eseguito dall'atleta senza dolore o apprensione (13,21). L'*Askling H-test* ha dimostrato di essere sia affidabile che sensibile (*Intraclass Correlation Coefficient*: 0.95–0.96, *Coefficients of Variations*: 1.52–2.69) (32) per rilevare le differenze nel *range* di movimento attivo negli atleti che si stanno riprendendo da una lesione agli *hamstring* e può anche essere implementato con attrezzature relativamente poco costose (13,21).

Un altro aspetto, non di poca rilevanza, sembra essere il numero di precedenti lesioni agli *hamstring* (un atleta ha una percentuale del 33% più alta di andare incontro a *reinjury* se ha avuto un altro episodio di lesione muscolare agli *hamstring*, del 77% con due lesioni) e il muscolo coinvolto dalla lesione; c'è una moderata evidenza per una moderata/forte associazione tra la lesione al Bicipite Femorale e *reinjury* (14). L'assenza di precedenti lesione agli *hamstring* e l'assenza del coinvolgimento del Bicipite Femorale nella lesione sono aspetti da tenere in considerazione al momento del RTP, in quanto rafforzerebbero i risultati ottenuti dall' esame fisico e dai test di performance oltre che aumentare la consapevolezza di autorizzare un RTP più sicuro.

Nello studio di *Mendiguchia et al.* vengono inseriti due altri test di performance assenti negli altri studi inclusi nella revisione: *single leg bridge test* considerato positivo per RTP se l'atleta è capace di effettuare un numero maggiore di 25 ripetizioni o comunque < 10% rispetto al controlaterale e l'*ASLR test* positivo per RTP in assenza di compensazione (13,29).

Nello studio di *De Vos et al.* gli atleti con maggior numero di lesione ipsilaterali e/o controlaterali agli *hamstring* (*adjusted OR* (AOR) 1.33; 95% CI 1.11 to 1.61. $p=0.002$), deficit nell'estensione attiva di ginocchio (AOR 1.13; 95% CI 1.03 to 1.25. $p=0.012$), deficit isometrico di flessione di ginocchio a 15° (AOR 1.04; 95% CI 1.01 to 1.07. $p=0.020$) e presenza di *discomfort* alla palpazione localizzato al sito della lesione (AOR 3.95; 95% CI 1.38 to 11.37. $p=0.011$) sono più soggetti a subire una *reinjury* (14).

Questo studio, insieme alla revisione di *Hickey et al.* (21), sembrano essere gli studi più validi tra quelli inseriti in questa revisione. Entrambi studiano una popolazione più ampia e di differente livello sportivo rendendo i risultati più generalizzabili; inoltre entrambi presentano un basso *risk of bias*. Nello studio di *De Vos et al.* viene, inoltre, specificato il tasso di *reinjury* a 2 mesi, oltre che a 1 anno dal RTP (14,21).

Negli studi di *Mendiguchia et al.* (13) e di *Tol et al.* (23), il basso tasso di *reinjury* e il ridotto *sample size*, non permette una corretta analisi dei risultati. Inoltre nel primo articolo vengono studiati solo atleti semiprofessionisti con lesioni di grado I, mentre

nel secondo il campione di studio è composto da soli atleti professionisti e viene considerato un solo specifico criterio RTP (13,23).

In conclusione, dall'analisi di questi risultati, nessun parametro riscontrato alla RMN al RTP, sembra poter essere utilizzato come valido criterio RTP dopo una lesione agli *hamstring*.

Alcuni test erogati durante la valutazione clinica e funzionale, mostrano maggiore affidabilità nel fornirci informazioni utili per stabilire se l'atleta è pronto per la piena ripresa dell'attività sportiva; la loro positività sembra correlare con un minor rischio di *reinjury*. I criteri RTP più utili, secondo la nostra revisione sono:

- Assenza di deficit di forza isometrica dei flessori di ginocchio a 15°;
- Assenza di *discomfort* alla palpazione del sito della lesione;
- Assenza di deficit nell'estensione attiva di ginocchio;
- Deficit < 10% nell'esecuzione del *triple hop test for distance*;
- Assenza di dolore e insicurezza durante l'*Askling H-test*.

È, inoltre, opportuno tenere in considerazione la presenza di eventuali precedenti lesioni agli *hamstring* e se, nella lesione, è coinvolto il muscolo Bicipite Femorale o meno (14); la presenza di precedenti lesioni agli *hamstring* aumenterebbe del 33% in più, per ogni lesione, la probabilità di avere una *reinjury* (14). Le recidive sembrano verificarsi di più a carico del Bicipite Femorale, mentre sono rare a carico dei muscoli Semitendinoso e Semimembranoso (2,17,18,19); la letteratura ci dice che 1/3 delle lesioni al BF tende a ripresentarsi per lo più entro la prima settimana dal RTP (13). Questi risultati enfatizzano la necessità di monitorare l'atleta anche nella prima settimana dopo il RTP e non solo al RTP (14).

I risultati di questa revisione forniscono utili informazioni, per i responsabili della decisione di RTP, da considerare nella pratica clinica a seguito di una lesione agli *hamstring*. Questi risultati pongono il fisioterapista come figura cardine nell'autorizzazione al RTP, valutando la positività dei criteri di RTP dai risultati dell'esame clinico e dei test di performance, utilizzando un ragionamento comprensivo anche dei fattori esterni che possono influenzare il RTP dell'atleta e

considerando il suo momento nella stagione sportiva. In aggiunta, è consigliabile che anche il punto di vista dell'atleta venga preso in considerazione in quanto il ritorno allo sport è un processo decisionale che dovrebbe essere condiviso e discusso tra staff sanitario, allenatore ed atleta.

Inoltre, questo tipo di valutazione non richiede una strumentazione particolare né costi eccessivi e può essere effettuata in qualunque genere di contesto, sia esso amatoriale o professionistico.

Limitazioni

La nostra revisione presenta delle potenziali limitazioni. La più importante è il relativo basso numero di *reinjury* riportate dalla maggior parte degli studi inclusi. Per poter avere maggiore potenza statistica, è richiesto un maggior *sample size* per poter confermare le nostre conclusioni. Inoltre, non tutti i test clinici che abbiamo valutato nella revisione hanno un'affidabilità o validità ben esaminata. I test di estensione del ginocchio attivi e passivi hanno una buona affidabilità *intertester* (*Active knee extension test*: ICC=0.89 e *Passive knee extension test*: ICC 0.77; secondo *Portney e Watkins* ICC>0.75 indica buona affidabilità *intertester*); per gli altri test clinici queste caratteristiche sono sconosciute (14,30). Soprattutto il *discomfort* alla palpazione è difficile da standardizzare, poiché la pressione delle dita palpani potrebbe influenzare i risultati (14).

Raccomandazioni per studi futuri

Per eventuali ricerche future, sarebbe utile riconsiderare il parametro temporale riferito alla *reinjury*. Fino a quando, dal momento del RTP, una *reinjury* può essere considerata tale? Alcuni studi riportano tale parametro a 2 mesi, altri a 6 mesi e altri addirittura a 1 anno. Fino a quando i criteri RTP prestabiliti correlano con un

eventuale *reinjury* futura? Questi aspetti sono ancora sconosciuti e converrebbe fare chiarezza per poter uniformare i risultati ottenuti.

Inserire partecipanti allo studio con diagnosi di lesione agli *hamstring*, diagnosticate a 7-10 giorni dall'infortunio sembra poco reale rispetto a quanto succede nella pratica clinica quotidiana. È raccomandabile, quindi, impostare un parametro temporale di diagnosi di massimo 5 giorni dall'infortunio, verosimile a un contesto clinico.

Infine, alcuni studi utilizzano come popolazione atleti professionisti, altri studi atleti semiprofessionisti, altri ancora atleti che partecipano a sport a livello ricreativo. Converrebbe quindi uniformare la popolazione studiata; così facendo aumenterebbe la validità esterna e renderebbe i risultati ottenuti generalizzabili a una popolazione più ampia.

CONCLUSIONI.

I risultati di questa revisione hanno mostrato che nell'autorizzare il RTP, a seguito di una lesione agli *hamstring*, vi è scarsa/nessuna evidenza a sostegno dell'utilizzo di criteri basati su parametri ottenuti tramite RMN.

L'esame clinico e i test di performance al RTP che da questa revisione hanno mostrato maggior affidabilità sono:

- Assenza di deficit di forza isometrica dei flessori di ginocchio a 15° rispetto all'arto controlaterale.
- Presenza di *discomfort* alla palpazione del sito della lesione.
- Assenza di deficit di estensione attiva di ginocchio rispetto all'arto controlaterale.
- Presenza di deficit <10% al *triple hop test for distance* rispetto all'arto controlaterale.

Questi sembrano essere i criteri maggiormente affidabili e correlati ad un RTP con minor rischio di *reinjury*.

L'*Askling H-test* sembra fornire una valutazione della capacità dell'atleta di tollerare l'allungamento dinamico dei muscoli posteriori della coscia e rilevare differenze nel *range* di movimento attivo. L'assenza di dolore e di insicurezza durante l'esecuzione del test è associato a un minor rischio di *reinjury*.

Da tenere, infine, sempre in considerazione eventuali lesione agli *hamstring* precedenti al nuovo episodio e il coinvolgimento del muscolo Bicipite Femorale nella lesione; la presenza di questi aspetti sembra aumentare considerevolmente il rischio di *reinjury*.

KEY POINTS.

- I parametri riscontrati alla RMN al momento del RTP, a seguito di una lesione agli *hamstring*, sembrano non essere utili criteri nell'autorizzare il RTP.
- Assenza di dolore alla palpazione, deficit di forza isometrica degli *hamstring* deficit nell'estensione attiva di ginocchio e deficit <10% al *triple hop test for distance* sembrano essere validi criteri RTP associati a minor rischio di *reinjury*.
- L'*Askling H-test* fornisce una valutazione della capacità dell'atleta di tollerare l'allungamento dinamico degli *hamstring* e rileva differenze nel ROM attivo. La negatività del test è associata a minor rischio di *reinjury*.
- Precedenti lesioni agli *hamstring* e il coinvolgimento del Bicipite Femorale nella lesione aumentano la probabilità di *reinjury*.

BIBLIOGRAFIA.

1. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, Hamilton B, Garrett WE Jr, Pruna R, Til L, Gutierrez JA, Alomar X, Balius R, Malliaropoulos N, Monllau JC, Whiteley R, Witvrouw E, Samuelsson K, Rodas G. *Muscle Injuries in Sports NJ: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. Sports Med.* 2017 Jul;47(7):1241-1253.
2. Wong S, Ning A, Lee C, Feeley BT. *Return to sport after muscle injury. Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015 Jun;8(2):168-75.
3. De Visser HM, Reijman M, Heijboer MP, Bos PK. *Risk factors of recurrent hamstring injuries: a systematic review. Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):124-30. Review.
4. Fournier-Farley C, Lamontagne M, Gendron P, Gagnon DH. *Determinants of Return to Play After the Nonoperative Management of Hamstring Injuries in Athletes: A Systematic Review. Am J Sports Med.* 2016 Aug;44(8):2166-72. Review.
5. Schuermans J, Van Tiggelen D, Witvrouw E. *Prone Hip Extension Muscle Recruitment is Associated with Hamstring Injury Risk in Amateur Soccer. Int J Sports Med.* 2017 Sep;38(9):696-706.
6. Cohen SB, Towers JD, Zoga A, Irrgang JJ, Makda J, Deluca PF, Bradley JP. *Hamstring injuries in professional football players: magnetic resonance imaging correlation with return to play. Sports Health.* 2011 Sep;3(5):423-30.
7. Ueblicher P, Haensel L, Mueller-Wohlfahrt HW. *Treatment of muscle injuries in football. J Sports Sci.* 2016 Dec;34(24):2329-2337. Review.
8. Van Beijsterveldt AM, van de Port IG, Vereijken AJ, Backx FJ. *Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. Scand J Med Sci Sports.* 2013 Jun;23(3):253-62. Review.
9. Schache AG, Dorn TW, Blanch PD, Brown NA, Pandy MG. *Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. Med Sci Sports Exerc.* 2012 Apr;44(4):647-58.

10. Crema MD, Guermazi A, Tol JL, Niu J, Hamilton B, Roemer FW. Acute hamstring injury in football players: Association between anatomical location and extent of injury-A large single-center MRI report. *J Sci Med Sport*. 2016 Apr;19(4):317-22.
11. Van der Horst N, Backx F, Goedhart EA, Huisstede BM. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *HIPS-Delphi Group.Br J Sports Med*. 2017 Nov;51(22):1583-1591.
12. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med*. 2016 Jun;50(12):731-7.
13. Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, Morin JB, Martinez-Martinez F, Idoate F, Mendez-Villanueva A. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. *Med Sci Sports Exerc*. 2017 Jul;49(7):1482-1492.
14. De Vos RJ, Reurink G, Goudswaard GJ, Moen MH, Weir A, Tol JL. Clinical findings just after return to play predict hamstring re-injury, but baseline MRI findings do not. *Br J Sports Med*. 2014 Sep;48(18):1377-84.
15. Van Doormaal MC, van der Horst N, Backx FJ, Smits DW, Huisstede BM. No Relationship Between Hamstring Flexibility and Hamstring Injuries in Male Amateur Soccer Players: A Prospective Study. *Am J Sports Med*. 2017 Jan;45(1):121-126.
16. Fyfe JJ, Opar DA, Williams MD, Shield AJ. The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013 Jun;23(3):523-30. Review.
17. Hallén A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1229-36.

18. Ekstrand J, Lee JC, Healy JC. MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med.* 2016 Jun;50(12):738-43.
19. Ropiak CR, Bosco JA. Hamstring injuries. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2012;70(1):41-8. Review.
20. Van Heumen M, Tol JL, de Vos RJ, Moen MH, Weir A, Orchard J, Reurink G. The prognostic value of MRI in determining reinjury risk following acute hamstring injury: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2017 Sep;51(18):1355-1363. Review.
21. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Williams MD, Opar DA. Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017 Jul;47(7):1375-1387. Review.
22. Reurink G, Almusa E, Goudswaard GJ, Tol JL, Hamilton B, Moen MH, Weir A, Verhaar JA, Maas M. No Association Between Fibrosis on Magnetic Resonance Imaging at Return to Play and Hamstring Reinjury Risk. *Am J Sports Med.* 2015 May;43(5):1228-34.
23. Tol JL, Hamilton B, Eirale C, Muxart P, Jacobsen P, Whiteley R. At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *Br J Sports Med.* 2014 Sep;48(18):1364-9.
24. Reurink G, Goudswaard GJ, Tol JL, Almusa E, Moen MH, Weir A, Verhaar JA, Hamilton B, Maas M. MRI observations at return to play of clinically recovered hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2014 Sep;48(18):1370-6.
25. Hayden, DC; Pierre Co[^]te', DC, PhD; and Claire Bombardier, MD. Evaluation of the Quality of Prognosis Studies in Systematic Reviews Jill A. *Ann Intern Med.* 2006 Mar 21;144(6):427-37.
26. Peetrans P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol* 2002;12:35–43. Review.
27. Van der Horst N, van de Hoef S, Reurink G, et al. Return to play after hamstring injuries: a qualitative systematic review of definitions and criteria. *Sports Med.* 2016;46(6):899–912.

28. Delvaux F, Rochcongar P, Bruyere O, et al. Return-to-play criteria after hamstring injury: actual medicine practice in professional soccer teams. *J Sport Sci Med*. 2014;13(3):721–3.
29. Freckleton G1, Cook J, Pizzari T. The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. *Br J Sports Med*. 2014 Apr;48(8):713-7.
30. Reurink G, Goudswaard GJ, Oomen HG, et al. Reliability of the active and passive knee extension test in acute hamstring injuries. *Am J Sports Med* 2013;41:1757–61.
31. Silder A1, Sherry MA, Sanfilippo J, Tuite MJ, Hetzel SJ, Heiderscheit BC. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 May;43(5):284-99.
32. Askling CM, Nilsson J, Thorstensson A. A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Dec;18(12):1798-803.