



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. 2018/2019

Campus Universitario di Savona

“LBP e Muscle Injuries: la presenza di LBP rappresenta un fattore di rischio?”

Candidato:

Dott. FT Giulia Baldin

Relatore:

Dott. FT OMPT Andrea Vongher

INDICE

ABSTRACT	1
INTRODUZIONE	3
Epidemiologia	3
Classificazione	3
Valutazione	10
Fattori di Rischio	11
Obiettivo della Ricerca	13
MATERIALI E METODI	14
RISULTATI	19
DISCUSSIONE	44
LIMITI DELLA REVISIONE	52
CONCLUSIONI	53
KEY POINTS	53
BIBLIOGRAFIA	54
ELENCO FIGURE	61
ELENCO TABELLE	61

ABSTRACT

BACKGROUND

Nell'ambito sportivo, sia a livello professionistico sia a livello amatoriale, uno degli infortuni più frequenti è costituito dalle *Muscle Injuries*. Esse causano il 20% - 37% del *time-loss* durante la stagione. In letteratura negli anni si è cercato di indagare quali siano i fattori di rischio più frequenti per lo sviluppo di lesioni muscolari e molti clinici ritengono che gli atleti con patologie della colonna lombare abbiano una maggiore predisposizione.

OBIETTIVO

Indagare se il *Low Back Pain* rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di *Muscle Injuries*.

MATERIALI E METODI

La ricerca in letteratura è stata effettuata tramite i database elettronici MEDLINE e PEDRO e tramite il motore di ricerca GOOGLE SCHOLAR. Sono stati inclusi studi osservazionali, dal 1990, in lingua inglese o italiana. La popolazione oggetto dello studio è rappresentata da persone sportive, sia amatoriali sia professionisti, di qualsiasi sesso, razza, nazione di appartenenza, sport praticato. Sono stati esclusi studi condotti su popolazione aperta non sportiva. Lo screening degli articoli è stato fatto in maniera autonoma da un unico revisore. Dapprima la valutazione è stata effettuata attraverso la lettura del titolo, poi attraverso quella dell'abstract ed infine attraverso quella del full text.

RISULTATI

Dal processo di selezione degli articoli sono stati inclusi 3 studi di coorte, tutti condotti su calciatori. Due dei quali cercano di elaborare un modello con dei parametri per capire quali sono gli atleti ad alto rischio di sviluppare una *core* o *lower extremity strain* o *sprain*, mentre il terzo cerca di mettere a punto un modello che include la misurazione della *cross sectional area* e dello spessore pre e post contrazione del multifido per predire quale giocatore avrà una lesione all'arto inferiore.

CONCLUSIONI

Dai risultati emerge chiaramente l'assenza di studi che indagano in maniera diretta la correlazione tra *Low Back Pain* e *Muscle Injuries*. Da ciò si deduce che l'obiettivo di questa

revisione non può essere perseguito. Emerge solo che nei calciatori riportare una disfunzione lombare aumenta in generale il rischio di infortunio all'arto inferiore.

IMPLICAZIONI

Sono necessari nuovi studi in futuro che si pongano l'obiettivo di indagare se gli atleti, praticanti magari diversi tipi di disciplina sportiva, che soffrono di *Low Back Pain*, riportano un maggior numero di lesioni muscolari.

INTRODUZIONE

Le *Muscle Injuries* (MI) rappresentano una “tematica calda” nell’ambito della fisioterapia e si presentano frequentemente in ambito sportivo sia a livello amatoriale che a livello professionistico, ma non solo.

EPIDEMIOLOGIA

Rappresentano il problema maggiore nei giocatori di calcio professionisti e dilettanti e causano il 20% - 37% del *time-loss* durante la stagione. (1)

Le *Muscle Injuries* all’arto inferiore rappresentano una vera sfida per gli atleti professionisti coinvolti nelle attività di calcio e di *sprint*. (2)

Nello studio di Ekstrand et al. sono state prese 51 squadre, comprendenti 2299 giocatori e sono state seguite in modo prospettico negli anni dal 2001 al 2009. In totale sono stati registrati 2908 traumi muscolari. In media, un giocatore ha subito 0,6 traumi muscolari per stagione e una squadra di 25 giocatori può quindi aspettarsi circa 15 lesioni muscolari per stagione. Le lesioni muscolari costituivano il 31% di tutte le lesioni e causavano il 27% dell'assenza totale dal gioco per lesione. Il 92% di tutte le lesioni muscolari ha interessato i 4 principali gruppi muscolari degli arti inferiori: *hamstrings* (37%), adduttori (23%), quadricipiti (19%) e polpacci (13%). Il 16% delle lesioni muscolari era costituito da ri-lesioni. (1)

Nell’articolo di Woods et al. del 2004 emerge una media di 5 *hamstring strains* per *season* per club, con 90 giorni e 15 partite perse per club per *season*. (3)

Osservando l’*Australian Football League* (AFL) per 4 stagioni è emersa che la lesione più comune e prevalente è rappresentata dall’*hamstring strain* (6 lesioni per club per stagione, risultando in 21 partite perse per club per stagione), seguita in prevalenza dalla lesione del legamento crociato anteriore e dalle *groin injuries*. (4)

CLASSIFICAZIONE

La "classificazione" degli infortuni si riferisce al processo di descrizione o categorizzazione di un infortunio (ad esempio in base alla posizione, al meccanismo o alla patologia di base), mentre il "grado" fornisce un'indicazione di gravità. (5)

Dal punto di vista degli atleti e degli allenatori la misura rilevante della gravità della lesione è il tempo impiegato per ritornare alla piena partecipazione sportiva, tant’è che i professionisti che lavorano con gli atleti si aspettano la capacità di prevedere il ritorno al

gioco (RTP), tuttavia ci sono ancora prove incomplete su cosa si devono basare tali decisioni. (6) (7) (8) (9) (10)

Per quanto riguarda la classificazione e la definizione delle lesioni muscolari, nella letteratura internazionale attualmente poche sono le informazioni disponibili, pertanto non esiste una classificazione e una terminologia univoca e condivisa. (11) (5)

Molti modelli sono stati proposti nel corso della storia, ma solo dal Consenso di Monaco del 2012, gli autori hanno cominciato a testarne la validità. (12)

Nell'ultimo decennio sono stati riconosciuti i limiti degli approcci storici, di conseguenza, i gruppi di ricerca clinica hanno iniziato a metterli in discussione e riconsiderare la modalità con cui le lesioni muscolari sono state classificate e descritte.

Attraverso una revisione narrativa della letteratura Hamilton e colleghi nel 2017 (13) hanno descritto alcuni dei più recenti tentativi di classificazione e di *grading* delle lesioni muscolari, evidenziandone i relativi punti di forza e di debolezza. Rimane tuttavia un piccolo consenso su un sistema che sia al contempo completo e basato sull'evidenza. Inoltre poche delle caratteristiche attualmente identificate all'interno dei sistemi di classificazione hanno rilevanza per determinare con precisione la prognosi.

In particolar modo nello studio di Hamilton et al. (13) vengono analizzati i seguenti sistemi moderni di classificazione delle *Muscle Injuries*.

1. *Munich Consensus System*

La classificazione proposta al Consenso di Monaco distingue le lesioni muscolari dirette da quelle indirette. Le indirette sono classificate in funzionali e strutturali, sottoclassificate ulteriormente sia in tipo di lesione sia in grado di severità.

A. Indirect muscle disorder/injury	Functional muscle disorder	Type 1: Overexertion-related muscle disorder	Type 1A: Fatigue-induced muscle disorder
		Type 2: Neuromuscular muscle disorder	Type 1B: Delayed-onset muscle soreness (DOMS)
	Structural muscle injury	Type 3: Partial muscle tear	Type 2A: Spine-related neuromuscular Muscle disorder
		Type 4: (Sub)total tear	Type 2B: Muscle-related neuromuscular Muscle disorder
B. Direct muscle injury		Contusion	Type 3A: Minor partial muscle tear
		Laceration	Type 3B: Moderate partial muscle tear
			Subtotal or complete muscle tear
			Tendinous avulsion

Figura 1: tratta da “*Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med 2013;47:342– 50*”

Type	Classification	Definition	Symptoms	Clinical signs	Location	Ultrasound/MRI
1A	Fatigue-induced muscle disorder	Circumscribed longitudinal increase of muscle tone (muscle firmness) due to overexertion, change of playing surface or change in training patterns	Aching muscle firmness. Increasing with continued activity. Can provoke pain at rest. During or after activity	Dull, diffuse, tolerable pain in involved muscles, circumscribed increase of tone. Athlete reports of 'muscle tightness'	Focal involvement up to entire length of muscle	Negative
1B	Delayed-onset muscle soreness (DOMS)	More generalised muscle pain following unaccustomed, eccentric deceleration movements.	Acute inflammatory pain. Pain at rest. Hours after activity	Oedematous swelling, stiff muscles. Limited range of motion of adjacent joints. Pain on isometric contraction. Therapeutic stretching leads to relief	Mostly entire muscle or muscle group	Negative or oedema only
2A	Spine-related neuromuscular muscle disorder	Circumscribed longitudinal increase of muscle tone (muscle firmness) due to functional or structural spinal/lumbopelvic disorder.	Aching muscle firmness. Increasing with continued activity. No pain at rest	Circumscribed longitudinal increase of muscle tone. Discrete oedema between muscle and fascia. Occasional skin sensitivity, defensive reaction on muscle stretching. Pressure pain	Muscle bundle or larger muscle group along entire length of muscle	Negative or oedema only
2B	Muscle-related neuromuscular muscle disorder	Circumscribed (spindle-shaped) area of increased muscle tone (muscle firmness). May result from dysfunctional neuromuscular control such as reciprocal inhibition	Aching, gradually increasing muscle firmness and tension. Cramp-like pain	Circumscribed (spindle-shaped) area of increased muscle tone, oedematous swelling. Therapeutic stretching leads to relief. Pressure pain	Mostly along the entire length of the muscle belly	Negative or oedema only
3A	Minor partial muscle tear	Tear with a maximum diameter of less than muscle fascicle/bundle.	Sharp, needle-like or stabbing pain at time of injury. Athlete often experiences a 'snap' followed by a sudden onset of localised pain	Well-defined localised pain. Probably palpable defect in fibre structure within a firm muscle band. Stretch-induced pain aggravation	Primarily muscle-tendon junction	Positive for fibre disruption on high resolution MRI*. Intramuscular haematoma
3B	Moderate partial muscle tear	Tear with a diameter of greater than a fascicle/ bundle	Stabbing, sharp pain, often noticeable tearing at time of injury. Athlete often experiences a 'snap' followed by a sudden onset of localised pain. Possible fall of athlete	Well-defined localised pain. Palpable defect in muscle structure, often haematoma, fascial injury Stretch-induced pain aggravation	Primarily muscle-tendon junction	Positive for significant fibre disruption, probably including some retraction. With fascial injury and intermuscular haematoma
4	(Sub)total muscle tear/tendinous avulsion	Tear involving the subtotal/ complete muscle diameter/ tendinous injury involving the bone-tendon junction	Dull pain at time of injury. Noticeable tearing. Athlete experiences a 'snap' followed by a sudden onset of localised pain. Often fall	Large defect in muscle, haematoma, palpable gap, haematoma, muscle retraction, pain with movement, loss of function, haematoma	Primarily muscle-tendon junction or Bone-tendon junction	Subtotal/complete discontinuity of muscle/ tendon. Possible wavy tendon morphology and retraction. With fascial injury and intermuscular haematoma
Contusion	Direct injury	Direct muscle trauma, caused by blunt external force. Leading to diffuse or circumscribed haematoma within the muscle causing pain and loss of motion	Dull pain at time of injury, possibly increasing due to increasing haematoma. Athlete often reports definite external mechanism	Dull, diffuse pain, haematoma, pain on movement, swelling, decreased range of motion, tenderness to palpation depending on the severity of impact. Athlete may be able to continue sport activity rather than in indirect structural injury	Any muscle, mostly vastus intermedius and rectus femoris	Diffuse or circumscribed haematoma in varying dimensions

Figura 2: tratta da “Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med* 2013;47:342– 50”

La novità è che sono stati aboliti termini ambigui quali *strain*, *pulled-muscle*, *hardening* e *hypertonus*. Viene consigliato l'uso del termine *tear* per indicare una lesione muscolare e sono stati inseriti i *functional muscle disorder*, definiti come un disturbo muscolare acuto “senza evidenza macroscopica (in risonanza magnetica o ecografia) di strappo muscolare”, spesso associato ad aumento circoscritto del tono muscolare (*muscle firmness*) di varie

dimensioni e predisponente alla lesione. In base all'eziologia vengono riportate diverse sottocategorie di *functional muscle disorder*. (12)

Ekstrand e colleghi nel 2013 (14) hanno fatto uno studio per implementare e validare prospetticamente la classificazione delle lesioni muscolari prodotta dal Consenso di Monaco e valutarne il valore predittivo per il ritorno al calcio professionistico.

È emerso che i range di ritorno allo sport sono molto ampi sia per quanto riguarda le lesioni strutturali e funzionali sia per quanto riguarda i diversi sottogruppi delle lesioni strutturali, da ciò si evince che il valore prognostico della classificazione deve essere ridimensionato.

2. *British athletics system*

Grade	Description	MRI (ideally 24–48 hours)
0n	Referred pain	MRI normal
0a	Focal area of muscle pain usually following exercise	MRI normal
0b	Generalised muscle pain following unaccustomed exercise	Patchy high signal change throughout one or more muscles
1a	Small myofascial tear	High signal change evident at the fascial border with <10% extension into muscle belly CC distance of <5 cm
1b	Small muscular/MTJ tear	High signal change of <10% CSA of muscle usually at the MTJ High signal change of CC length <5 cm (may note fibre disruption of <1 cm)
2a	Moderate myofascial tear	High signal change evident at fascial border with extension into the muscle High signal change CSA of between 10% and 50% at maximal site High signal change of CC length >5 and <15 cm Architectural fibre disruption usually noted over <5 cm
2b	Moderate muscular/MTJ tear	High signal change evident usually at the MTJ High signal change CSA of between 10% and 50% at maximal site High signal change of CC length >5 and <15 cm Architectural fibre disruption usually noted over <5 cm
2c	Moderate-sized intratendinous tear	High signal change extends into the tendon with longitudinal length of tendon involvement <5 cm CSA of tendon involvement <50% of tendon CSA No discontinuity within the tendon
3a	Extensive myofascial tear	High signal change evident at fascial border with extension into the muscle High signal change CSA of >50% at maximal site High signal change of CC length of >15 cm Architectural fibre disruption usually noted over >5 cm
3b	Extensive muscular/MTJ tear	High signal change CSA of >50% at maximal site High signal change of CC length of >15 cm Architectural fibre disruption usually noted over >5 cm
3c	Extensive intratendinous tear	High signal change extends into the tendon Longitudinal length of tendon involvement >5 cm CSA of tendon involvement >50% of tendon CSA
4	Full-thickness tear of muscle	There may be loss of tendon tension although no discontinuity is evident
4c	Full-thickness tear of tendon	Complete discontinuity of the muscle with retraction Complete discontinuity of the tendon with retraction

MTJ, muscle-tendon junction; MRI, magnetic resonance imaging; CC, cranio-caudal; CSA, cross-sectional area.

Figura 3: tratta da “Patel A, Chakraverty J, Pollock N, Chakraverty R, Suokas AK, James SL. *British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system*. *Clin Radiol*. 2015 Dec; 70(12): 1414–1420. Published online 2015 Sep 15. doi: 10.1016/j.crad.2015.08.009”

Pollock et al. nel 2014 (15) propongono un sistema di classificazione basato sulla risonanza magnetica (RM), specialmente per le lesioni muscolari da non-contatto. Tale sistema di classificazione è stato sviluppato inizialmente per gli *hamstrings*, ma è applicabile anche ad altri gruppi muscolari.

Per validare il sistema di classificazione sono stati revisionati retrospettivamente i dati di 44 atleti che hanno avuto 65 lesioni agli *hamstrings*, andando a vedere il tempo di ritorno a pieno allenamento e il numero di *re-injury* rispetto al grado della lesione. (16)

Gli autori non sono riusciti a dimostrare in termini prognostici una differenza tra il Grado 1 e il Grado 2 o tra lesioni alla giunzione miofasciale e alla giunzione miotendinea.

Sebbene sia emerso che lesioni di Grado 3 e le lesioni intra-tendinee abbiano una prognosi peggiore rispetto agli altri gradi, non è emersa nessun'altra caratteristica della classificazione in grado di discriminare il tempo di ritorno allo sport.

Quindi, mentre la classificazione anatomica e la sottoclassificazione appaiono di interesse scientifico e accademico, i risultati del processo di validazione evidenziano che dal punto di vista sia della prognosi sia della *re-injury* possa essere preso in considerazione un processo di classificazione più limitato che includa Grado 0, Grado 1 (da lieve a moderato) e Grado 2 (grave), con una sotto-classificazione delle sole lesioni intra-tendinee. (13)

3. *Barcelona system*

Nel 2016 il dipartimento medico dell'FC Barcelona, in collaborazione con colleghi internazionali, ha elaborato una classificazione basata sul consenso. (11)

Sono stati aboliti i termini come *tear* e *strain* e sono stati eliminati i descrittori delle lesioni negative alla risonanza magnetica. Unica è stata l'inclusione dello stato di re-infortunio nella classificazione. Sebbene non sia necessariamente correlato in modo diretto alla gravità della lesione e quindi alla durata del ritorno allo sport, la presenza di una nuova *re-injury* può influenzare la progressione della riabilitazione e le decisioni sul ritorno allo sport.

Esiste tuttavia una complessità nella nomenclatura utilizzata che può limitarne la diffusione. Ad oggi, non sono presenti studi di affidabilità o validità radiologica sul potenziale di questo sistema di fornire prognosi distinte. (13)

Mechanism of injury (M)	Locations of injury (L)	Grading of severity (G)	No. of muscle re-injuries (R)
Hamstring direct injuries			
T (direct)	P Injury located in the proximal third of the muscle belly M Injury located in the middle third of the muscle belly D Injury located in the distal third of the muscle belly	0–3	0: 1st episode 1: 1st re-injury 2: 2nd re-injury ...
Hamstring indirect injuries			
I (indirect) plus sub-index <i>s</i> for stretching type, or sub-index <i>p</i> for sprinting type	P Injury located in the proximal third of the muscle belly. The second letter is a sub-index <i>p</i> or <i>d</i> to describe the injury relation with the proximal or distal MTJ, respectively M Injury located in the middle third of the muscle belly, plus the corresponding sub-index D Injury located in the distal third of the muscle belly, plus the corresponding sub-index	0–3	0: 1st episode 1: 1st re-injury 2: 2nd re-injury ...
Negative MRI injuries (location is pain related)			
N plus sub-index <i>s</i> for indirect injuries stretching type, or sub-index <i>p</i> for sprinting type	N p Proximal third injury N m Middle third injury N d Distal third injury	0–3	0: 1st episode 1: 1st re-injury 2: 2nd re-injury ...
Grading of injury severity			
0	When codifying indirect injuries with clinical suspicion but negative MRI, a grade 0 injury is codified. In these cases, the second letter describes the pain locations in the muscle belly		
1	Hyperintense muscle fiber edema without intramuscular hemorrhage or architectural distortion (fiber architecture and pennation angle preserved). Edema pattern: interstitial hyperintensity with feathery distribution on FSPD or T2 FSE+ STIR images		
2	Hyperintense muscle fiber and/or peritendon edema with minor muscle fiber architectural distortion (fiber blurring and/or pennation angle distortion) ± minor intermuscular hemorrhage, but no quantifiable gap between fibers. Edema pattern, same as for grade 1		
3	Any quantifiable gap between fibers in craniocaudal or axial planes. Hyperintense focal defect with partial retraction of muscle fibers ± intermuscular hemorrhage. The gap between fibers at the injury's maximal area in an axial plane of the affected muscle belly should be documented. The exact % CSA should be documented as a sub-index to the grade		
r	When codifying an intra-tendon injury or an injury affecting the MTJ or intramuscular tendon showing disruption/retraction or loss of tension exist (gap), a superscript (r) should be added to the grade		

CSA cross-sectional area, FSE fast spin echo, FSPD fat saturated proton density, MRI magnetic resonance imaging, MTJ myotendinous junction, STIR short tau inversion recovery

Figura 4: tratta da “Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. *Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. Sports Med.* 2017;47(7):1241–1253. doi:10.1007/s40279-016-0647-1”

4. *Chan system*

Basato principalmente sull'esperienza degli autori e sull'integrazione di dati da precedenti studi di imaging, Chan et al. hanno proposto un sistema di classificazione anatomica a 3 strati per migliorare i tradizionali sistemi di classificazione disponibili per le lesioni muscolari. (17) I nuovi aspetti di questa classificazione riguardano l'accurata descrizione della localizzazione anatomica della lesione, basata sulla risonanza magnetica.

È stata proposta perché la classificazione tradizionale non tiene conto della posizione della lesione. Questa classificazione infatti indica la sede macroscopica, la porzione muscolare (in caso sia coinvolto il muscolo e non la giunzione muscolotendinea) e la struttura intramuscolare coinvolta. (13)

Questo approccio si limita a lesioni muscolari acute indirette e tenta principalmente di aggiungere chiarezza diagnostica anatomica. (17)

Nonostante questo obiettivo, non esiste un descrittore per una lesione primaria del tendine. Non è chiaro inoltre dove la rottura del tendine muscolare sia prossimale o distale e dove la rottura possa verificarsi prossimale o distale rispetto alla giunzione muscolotendinea. Anche l'uso della terminologia muscolotendineo e miotendineo risulta essere un po' confuso.

Altre criticità sono che il sistema non tiene conto dell'estensione nella lesione osservata e che non è chiaro come la classificazione anatomica possa essere applicata quando più di un muscolo viene coinvolto dalla lesione. (18)

In conclusione, al di là del valore di un'accurata descrizione della lesione, non viene provato che questo approccio possa migliorare la gestione del paziente.(13)

Table 2 Proposed classification system

Site of lesion		
1. Proximal MTJ		
2. Muscle	A. Proximal	a. Intramuscular
	B. Middle	b. Myofascial
	C. Distal	c. Myofascial/perifascial
		d. Myotendinous
		e. Combined
3. Distal MTJ		

MTJ musculo-tendinous junction

Figura 5: tratta da “Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(11):2356–2362. doi:10.1007/s00167-012-2118-z”

5. *Cohen system*

Points	Age, y	Muscles Involved, n	Location	Insertion	Muscle Injury, %	Retraction, cm	Long Axis T2 Signal Length, cm
0				No	0	None	0
1	≤ 25	1	Proximal		25	< 2	1-5
2	26-31	2	Middle	Yes	50	≥ 2	6-10
3	≥ 32	3	Distal		≥ 75		> 10

Figura 6: tratta da “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”.

Cohen et al. (19) hanno sviluppato un sistema di classificazione delle lesioni degli *hamstrings* per i giocatori di football americano professionisti che incorpora un nuovo sistema di punteggio basato sull'età e su una gamma di variabili alla risonanza magnetica. Ad ogni variabile è stato assegnato un punteggio e il punteggio totale viene considerato per la valutazione della severità.

Al fine di valutare la validità della loro proposta Cohen et al. ha eseguito un'analisi retrospettiva di 43 infortuni della *National Football League* per un periodo di 10 anni e ha valutato la relazione tra il loro "punteggio RM totale" e il numero di partite perse a causa di un infortunio.

Gli autori hanno concluso che il loro punteggio RM era utile per determinare la gravità della lesione e prevedere la durata del ritorno allo sport in calciatori professionisti.

Tuttavia tale lavoro presenta diversi limiti tra cui: la sua natura retrospettiva di 10 anni, numero limitato di soggetti, mancanza di dettagli relativi al processo di ritorno allo sport e fino ad oggi nessuna convalida esterna. (13)

L'assenza di una classificazione condivisa comporta che sia nella ricerca sia nella pratica clinica non venga scelto in maniera omogenea come classificare le *Muscle Injuries*, impedendone quindi una trattazione univoca e chiara. (5) (11)

VALUTAZIONE

Per quanto riguarda la valutazione delle *Muscle Injuries* la raccolta anamnestica, l'esame clinico e le indagini strumentali rappresentano i capisaldi del processo diagnostico.

Wangensteen et al. (10) illustra che il valore predittivo aggiuntivo della risonanza magnetica al ritorno allo sport è trascurabile se comparato alla raccolta anamnestica più esame clinico, pertanto per motivi di costi è impensabile sottoporre ogni paziente ad esame strumentale. Dunque, anamnesi e valutazione clinica rimangono gli strumenti più efficienti per i professionisti sanitari.

Per quanto riguarda la valutazione clinica ci si basa su ispezione, palpazione, valutazione del ROM passivo, valutazione della forza muscolare e test speciali di provocazione dei sintomi, che vengono scelti *ad hoc* a seconda del gruppo muscolare coinvolto. (20)

Per gli *hamstrings* ad esempio in letteratura vengono riportati i seguenti test: il *Bent-knee stretch test* (20), il *Puranen-Orava test* (20), l'*Askling H test* (21), il *Modified Bent-knee stretch test* (20), il *Toe-Off shoes* (22) ed il *Single leg bridge* (23).

Per quanto riguarda invece le indagini strumentali che si possono eseguire il *gold standard* è rappresentato dalla risonanza magnetica. (24)

FATTORI DI RISCHIO

Nel corso degli anni si è cercato di analizzare quali siano i fattori di rischio più frequenti nell'ambito delle *Muscle Injuries*.

Una revisione sistematica e metanalisi del 2013 ha valutato i fattori di rischio per le lesioni muscolari agli *hamstrings* nello sport e ha riscontrato che un'età avanzata, un aumentato *peak torque* (angolo articolare nel quale viene prodotta la massima forza muscolare) del quadricipite e una storia passata di lesione agli *hamstrings*, sono associati ad un aumentato rischio di lesione. (25)

Nella tabella seguente vengono illustrati i principali fattori di rischio coinvolti nelle *Muscle Injuries*. (26)

Autore	Sport	Fattori di rischio
Arnason (27)	Football	HMT: età, lesioni precedenti Groin: lesioni precedenti, diminuzione ROM abduzione anca
Bradley (28)	Football	Ridotto ROM dei flessori di anca e ginocchio
Croisier (29)	Football	HMT: <i>imbalance</i> muscolare
Ekstrand (1)	Football	Polpaccio: età
Emery (30)	Hockey	Groin: lesione precedente, non allenamento fuori dalla stagione calcistica
Engebretsen (31)	calcio	HTM: lesione precedente
Gabbe (32)	Football Australiano	HTM: età >23 anni, ridotta flessibilità del quadricipite
Gabbe (33)	Football Australiano	HMT: età >20 anni, lesione precedente
Hagglund (34)	Football	HMT: età avanzata, lesione precedente Groin: lesione precedente
Hagglund (35)	Football	HMT, adduttori, polpaccio: lesione precedente Polpaccio: età
Orchard (36)	Football Australiano	HMT: basso rapporto HQ, ridotta forza degli <i>hamstrings</i> nella gamba infortunata

Orchard (37)	Football Australiano	HMT, quadricipite, polpaccio: lesione precedente HMT, polpaccio: età
Sugiura (38)	Atletica leggera	HMT: debolezza eccentrica degli <i>hamstrings</i> e debolezza concentrica degli estensori d'anca (<della velocità angolare di 60°/s)
Tyler (39)	Hockey su ghiaccio	Adduttori: forza degli adduttori <80% della forza degli abduttori
Witvrouw (40)	Football	HMT e Quadricipite: ridotta flessibilità
Yamamoto (26)	Atletica leggera	HMTs: <i>imbalance</i> muscolare (isometrico)
Yeung (41)	Atletica leggera	HMTs: ridotto rapporto HQ alla velocità angolare di 180°/s

Tabella 1: Principali fattori di rischio delle Muscle Injuries

Legenda: tutti i soggetti sono uomini. HMT= hamstring injuries; ROM= range of motion; HQ=hamstring-to-quadriceps (calcolo in cui la forza (peak torque) degli hamstrings in movimento eccentrico è divisa per la forza del quadricipite in un movimento concentrico (42))

Il *Low Back Pain* (LBP) e le lesioni agli arti inferiori sono molto diffusi tra gli atleti e le persone fisicamente attive ed è molto comune per gli atleti d'élite avere lesioni a livello L4/L5 ed L5/S1. (43) (44)

È stato stimato che circa l'80% degli individui tra i 30 e i 50 anni abbia sofferto o possa essere colpito almeno una volta nella vita da LBP. (45) (46) (47)

In letteratura diversi lavori riportano che molti clinici ritengono che gli atleti con patologie della colonna lombare abbiano una maggiore predisposizione di lesione agli *hamstring*, sebbene questo non sia ancora stato provato con uno studio prospettico. (12) (48) (49)

Inoltre, durante una ricerca preliminare, sono stati riscontrati alcuni studi che menzionano i "*spine related muscle disorder*".

Orchard, nel suo studio del 2001 (37), per analizzare i potenziali fattori di rischio delle *Muscle Injuries*, include al suo interno i "*back related muscle strains*", ovvero segni localizzati a livello muscolare in combinazione con segni positivi nella colonna lombare. Nei risultati e nelle discussioni non viene più menzionato tale dato, eccetto che per una riflessione in merito al fatto che l'età rappresenta un fattore di rischio per lesioni muscolari

agli *hamstrings* e al polpaccio e che questa scoperta è coerente con la teoria secondo cui le anomalie della colonna lombare sono implicate nello sviluppo di *Muscle Injuries*. In particolare fa una speculazione sul plausibile meccanismo alla base di questa suscettibilità dovuta all'età, ovvero che con l'età la degenerazione della lombare bassa porta all'*impingement* del nervo L5 e S1, portando alla denervazione delle fibre muscolari del polpaccio e degli *hamstrings* e quindi alla riduzione della forza muscolare.

Nel 2004, come aveva già scritto nel 2001, Orchard (49) scrive un *Occasional Piece* nel quale discute la teoria secondo cui un *impingement* lombosacrale della radice del nervo L5 può essere un evento relativamente comune nei calciatori più anziani e può in effetti essere una base comune a favore della predisposizione, legata all'età, per lesione agli *hamstrings* e al polpaccio. Tuttavia ciò non è ancora stato indagato e provato attraverso studi di coorte prospettici.

Nella classificazione proposta al Consenso di Monaco del 2012 (12) usano il termine *spine-related neuromuscular disorder*, intendendo un aumento longitudinale circoscritto del tono muscolare (*muscle firmness*) a causa di disturbo spinale/lombopelvico funzionale o strutturale.

Tuttavia nessuno degli studi riportati qui sopra può entrare a far parte della revisione in quanto non rispondono all'obiettivo che si pone questa ricerca.

OBIETTIVO DELLA RICERCA

L'obiettivo che si pone il presente elaborato di tesi, attraverso una revisione della letteratura, è quello di cercare di fare chiarezza in merito al fatto che vi sia una correlazione tra presenza di *Low Back Pain* e *Muscle Injuries*.

La popolazione in oggetto del quesito di ricerca riguarderà il mondo dello sport e quindi verranno inclusi tutti gli atleti sia amatoriali sia agonisti.

Si cercherà quindi di indagare se il *Low Back Pain* rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di lesioni muscolari.

MATERIALI E METODI

Lo scopo di questo elaborato di tesi è quello di condurre una revisione sistematica della letteratura per indagare la correlazione tra la presenza di *Low Back Pain* (LBP) e le *Muscle Injuries* (MI) negli atleti.

La ricerca è stata effettuata a partire da luglio 2019 e si è conclusa a novembre 2019.

Per il reperimento degli articoli sono stati utilizzati come database elettronici *Medline* (*Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*) e *PEDro* (*Physiotherapy Evidence Database*), mentre come motore di ricerca è stato utilizzato *Google Scholar*. È stata poi valutata anche la bibliografia degli articoli più rilevanti, al fine di verificare la presenza di risultati significativi per la ricerca.

Al fine di interrogare le banche dati in merito ad una domanda di eziologia, abbiamo trasformato il nostro bisogno di informazioni in un quesito clinico che segua il modello PEO.
(50)

Il modello PEO è costituito dai seguenti elementi:

- **P**: indica la categoria di pazienti o la diagnosi/patologia;
- **E**: indica il fattore/i di esposizione o di rischio;
- **O**: indica il criterio per misurare l'efficacia.

Alla base della ricerca bibliografica di questo elaborato di tesi è stato elaborato il seguente quesito clinico:

“Negli atleti (**P**) il *Low Back Pain* (**E**) rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di *Muscle Injuries* (**O**)?”

Nella costruzione delle diverse stringhe di ricerca, al fine di elaborarle *ad hoc* per i diversi database, sono stati individuati diversi sinonimi per cercare di effettuare una ricerca il più sensibile possibile.

Non è stata inclusa nella stringa la P del PEO al fine di non incorrere nella perdita di risultati rilevanti per la revisione.

Parole chiave	Sinonimi
Low Back Pain	Lumbago LBP
Muscle Injuries	Muscle strain Muscle tear Muscle damage Muscle rupture Muscle lesion

Tabella 2: Parole chiave e corrispondenti sinonimi utilizzati nelle stringhe di ricerca

Le parole chiave sono state poi utilizzate per costruire le stringhe di ricerca, al fine di interrogare le diverse banche dati.

La ricerca su *Medline* è stata effettuata tramite *Pubmed*, attraverso la funzione *Pubmed Advanced Search Builder*. Le stringhe di ricerca utilizzate sono riportate nella tabella seguente.

N° stringa	PUBMED
1	((("Low Back Pain"[Mesh]) OR low back pain[Text Word]) OR LBP[Text Word]) OR "low back pain"[Text Word]) OR lumbago[Text Word]
	AND
2	(((((muscle[Text Word]) AND ((((((injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR rupture[Text Word]) OR strain*[Text Word]))) OR ("Muscles"[Mesh]) AND ((((((injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR rupture[Text Word]) OR strain*[Text Word]))) OR ((((((muscle injur*[Text Word]) OR muscle damage[Text Word]) OR muscle rupture[Text Word]) OR muscle strain*[Text Word]) OR muscle lesion*[Text Word]) OR muscle tear*[Text Word])

Tabella 3: Stringhe di ricerca per la banca dati *Medline*

La tabella seguente invece, riporta le stringhe utilizzate per interrogare il database elettronico *PEDro*. È stata utilizzata la funzione *Simple Search*.

N° stringa	PEDro
1	“low back pain” muscle injur*
2	“LBP” muscle injur*
3	Lumbago muscle injur*
4	“Low back pain” muscle tear*
5	“LBP” muscle tear*
6	Lumbago muscle tear*
7	“Low back pain” muscle damage
8	“LBP” muscle damage
9	Lumbago muscle damage
10	“Low back pain” muscle rupture
11	“LBP” muscle rupture
12	Lumbago muscle rupture
13	“Low back pain” muscle lesion*
14	“LBP” muscle lesion*
15	Lumbago muscle lesion*
16	“Low back pain” muscle strain*
17	“LBP” muscle strain*
18	Lumbago muscle strain*
Tabella 4: Stringhe di ricerca per la banca dati <i>PEDro</i>	

Per quanto concerne invece il motore di ricerca *Google Scholar* è stata utilizzata la funzione Ricerca Avanzata e le stringhe sono state realizzate come illustrato nella tabella 5.

Per *Google Scholar*, dopo una ricerca preliminare in cui si è riscontrato un numero eccessivo di risultati non pertinenti, si è deciso di effettuare la ricerca applicando il filtro “ricerca nel titolo”.

N° stringa	Google Scholar
1	Muscle strain low back pain
2	Muscle injury low back pain
3	Muscle tear low back pain
4	Muscle rupture low back pain
5	Muscle damage low back pain
6	Muscle lesion low back pain
Tabella 5: Stringhe di ricerca per il motore di ricerca <i>Google Scholar</i>	

Fatta la ricerca bibliografica, i records ottenuti sono stati riportati nel *PRISMA Flow Chart* tradotto e modificato dal GIMBE, rispettando le linee guida per il reporting delle revisioni sistematiche. (51)

Tali records sono stati sottoposti ad un processo di selezione che ha visto il susseguirsi di 5 steps.

- Step 1: applicazione per la banca dati *Medline* e per il motore di ricerca *Google Scholar* del filtro riguardante il range temporale di ricerca predefinito nei criteri di inclusione e di esclusione, come segue sotto
- Step 2: eliminazione dei duplicati, attraverso il software *Zotero®*
- Step 3: valutazione dell'articolo tramite la lettura del titolo
- Step 4: valutazione dell'articolo tramite la lettura dell'abstract
- Step 5: valutazione dell'articolo tramite la lettura del full text.

Agli articoli verranno applicati dei criteri di inclusione e dei criteri di esclusione.

In caso di pertinenza incerta, gli articoli saranno tenuti fino alla lettura del full text.

CRITERI DI INCLUSIONE

- Articoli pubblicati dal 1990 in poi (in quanto da una ricerca preliminare è emersa l'assenza di letteratura rilevante negli anni precedenti)
- Studi osservazionali
- Articoli pubblicati in lingua inglese oppure italiana
- Studi che prendono in considerazione pazienti sportivi, sia amatoriali che professionisti
- Studi condotti su specie umana
- Persone di qualsiasi sesso, razza, nazione di appartenenza, sport praticato

CRITERI DI ESCLUSIONE

- Studi su popolazione aperta non sportiva
- Articoli pubblicati in una lingua diversa dall'inglese e dall'italiano
- Studi pubblicati precedentemente all'anno 1990
- Studi non condotti sulla specie umana
- Titoli francamente non pertinenti alla ricerca
- Abstract francamente non pertinenti alla ricerca
- Full text non pertinenti alla ricerca

Lo screening degli articoli è stato effettuato in maniera indipendente dall'unico revisore (GB). In caso di dubbio è stato interrogato il secondo revisore (AV) o accettato l'articolo fino alla lettura del full text.

Per valutare la modalità di conduzione e la qualità degli studi inclusi sono stati utilizzati lo STROBE STATEMENT per il *reporting* e la NEWCASTEL OTTAWA SCALE (NOS) per il *critical appraisal*.

L'unico revisore (GB) ha effettuato in maniera autonoma la valutazione della qualità degli articoli, tuttavia in caso di dubbio sulla valutazione di un item è stato richiesto il parere del secondo revisore (AV).

RISULTATI

La ricerca bibliografica sulle banche dati consultate ha prodotto i risultati illustrati nelle tabelle seguenti.

N° stringa	PUBMED	RECORDS
E	((((("Low Back Pain"[Mesh]) OR low back pain[Text Word]) OR LBP[Text Word]) OR "low back pain"[Text Word]) OR lumbago[Text Word]	36349
O	((((muscle[Text Word]) AND ((((((injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR rupture[Text Word]) OR strain*[Text Word]))) OR (("Muscles"[Mesh]) AND ((((((injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR rupture[Text Word]) OR strain*[Text Word]))) OR ((((((muscle injur*[Text Word]) OR muscle damage[Text Word]) OR muscle rupture[Text Word]) OR muscle strain*[Text Word]) OR muscle lesion*[Text Word]) OR muscle tear*[Text Word]))	181131
E+O	((((("Low Back Pain"[Mesh]) OR low back pain[Text Word]) OR LBP[Text Word]) OR "low back pain"[Text Word]) OR lumbago[Text Word]) AND (((muscle[Text Word]) AND ((((((injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR rupture[Text Word]) OR strain*[Text Word]))) OR (("Muscles"[Mesh]) AND ((((((injur*[Text Word]) OR tear*[Text Word]) OR damage[Text Word]) OR lesion*[Text Word]) OR rupture[Text Word]) OR strain*[Text Word]))) OR ((((((muscle injur*[Text Word]) OR muscle damage[Text Word]) OR muscle rupture[Text Word]) OR muscle strain*[Text Word]) OR muscle lesion*[Text Word]) OR muscle tear*[Text Word]))	738

Tabella 6: Records prodotti dalla banca dati Medline

N° stringa	PEDro	RECORDS
1	“low back pain” muscle injur*	18
2	“LBP” muscle injur*	2
3	Lumbago muscle injur*	---
4	“Low back pain” muscle tear*	---
5	“LBP” muscle tear*	---
6	Lumbago muscle tear*	---
7	“Low back pain” muscle damage	---
8	“LBP” muscle damage	---
9	Lumbago muscle damage	---
10	“Low back pain” muscle rupture	---
11	“LBP” muscle rupture	---
12	Lumbago muscle rupture	---
13	“Low back pain” muscle lesion*	1
14	“LBP” muscle lesion*	---
15	Lumbago muscle lesion*	---
16	“Low back pain” muscle strain*	6
17	“LBP” muscle strain*	1
18	Lumbago muscle strain*	4
TOTALE		32

Tabella 7: Records prodotti dalla banca dati *PEDro*

N° stringa	Google Scholar	RECORDS
1	Muscle strain low back pain	3
2	Muscle injury low back pain	4
3	Muscle tear low back pain	---
4	Muscle rupture low back pain	---
5	Muscle damage low back pain	2
6	Muscle lesion low back pain	---
TOTALE		9

Tabella 8: Records prodotti dal motore di ricerca *Google Scholar*

Banca Dati / Motore di Ricerca	RECORDS
PUBMED	738
PEDro	32
GOOGLE SCHOLAR	9
TOTALE	778
Tabella 9: Records totali prodotti dalle stringhe di ricerca	

I **778** articoli ottenuti sono stati sottoposti ai 5 steps del processo di selezione illustrati nella sezione “Materiali e Metodi”.

In primis (step 1) è stato applicato in *Pubmed* e in *Google Scholar* il filtro riguardante l’intervallo temporale specifico in cui effettuare la ricerca concordato nei criteri di inclusione ed esclusione (dal 1990 al 2019).

Questo ha portato all’eliminazione di **30** articoli in *Pubmed* e **1** in *Google Scholar*.

Successivamente si è passati allo step 2 ovvero all’eliminazione degli articoli doppi. Ciò è stato effettuato utilizzando la funzione “*Duplicate Items*” di Zotero®. In totale sono stati eliminati **9** duplicati.

Attraverso la valutazione del titolo degli articoli, step 3, sono stati eliminati **609** records perché non pertinenti francamente alla ricerca.

Lo step 4 ha previsto la lettura degli abstract. Anche qui, sempre sulla base dei criteri di inclusione ed esclusione sono stati esclusi **123** risultati.

La valutazione dell’articolo tramite lettura del full text, step 5, è stata fatta in totale per **7** articoli. Ne sono stati esclusi **4** e nella tabella seguente vengono illustrati la referenza dell’articolo e il motivo di esclusione.

Referenza	Motivo di esclusione
Haddas R, James CR, Hooper TL. Lower extremity fatigue, sex, and landing performance in a population with recurrent low back pain. J Athl Train. 2015 Apr;50(4):378-84. (52)	L’obiettivo primario dello studio è quello di stabilire gli effetti dell'affaticamento degli arti inferiori e del sesso sulla meccanica del ginocchio, sul controllo neuromuscolare e sulla forza di reazione al suolo durante l'atterraggio in soggetti con

	<p>lombalgia ricorrente (LBP). Le speculazioni sul rischio di lesione all'arto inferiore fatte nelle discussioni, restano solo speculazioni in quanto nella popolazione non si è andati a valutare l'incidenza di lesione e quindi non si può verificare se esiste una correlazione tra <i>Low Back Pain</i> e rischio di lesione agli arti inferiori, comprese le <i>Muscle Injuries</i>.</p>
<p>Bedard RJ, Kim KM, Grindstaff TL, Hart JM. Increased active hamstring stiffness after exercise in women with a history of low back pain. J Sport Rehabil. 2013 Feb;22(1):47-52. (53)</p>	<p>L'obiettivo dello studio è quello di comparare la <i>stiffness</i> attiva degli <i>hamstring</i> nei soggetti femminili con e senza una storia di <i>Low Back Pain</i> dopo una sessione di esercizio aerobico di 20 minuti standardizzata. È emerso che le donne con una storia di LBP ricorrente riportavano un aumento della <i>stiffness</i> attiva degli <i>hamstring</i> nelle 48-72 h post esercizio aerobico, tuttavia non viene correlato ad un maggiore o minore rischio di lesioni muscolari.</p>
<p>Nadler SF, Malanga GA, DePrince M, Stitik TP, Feinberg JH. The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. Clin J Sport Med. 2000 Apr;10(2):89-97. (54)</p>	<p>L'obiettivo dello studio è quello di determinare la relazione tra precedenti lesioni dell'arto inferiore e/o <i>Low Back Pain</i> sull'abduzione e sulla forza in estensione dell'anca.</p>

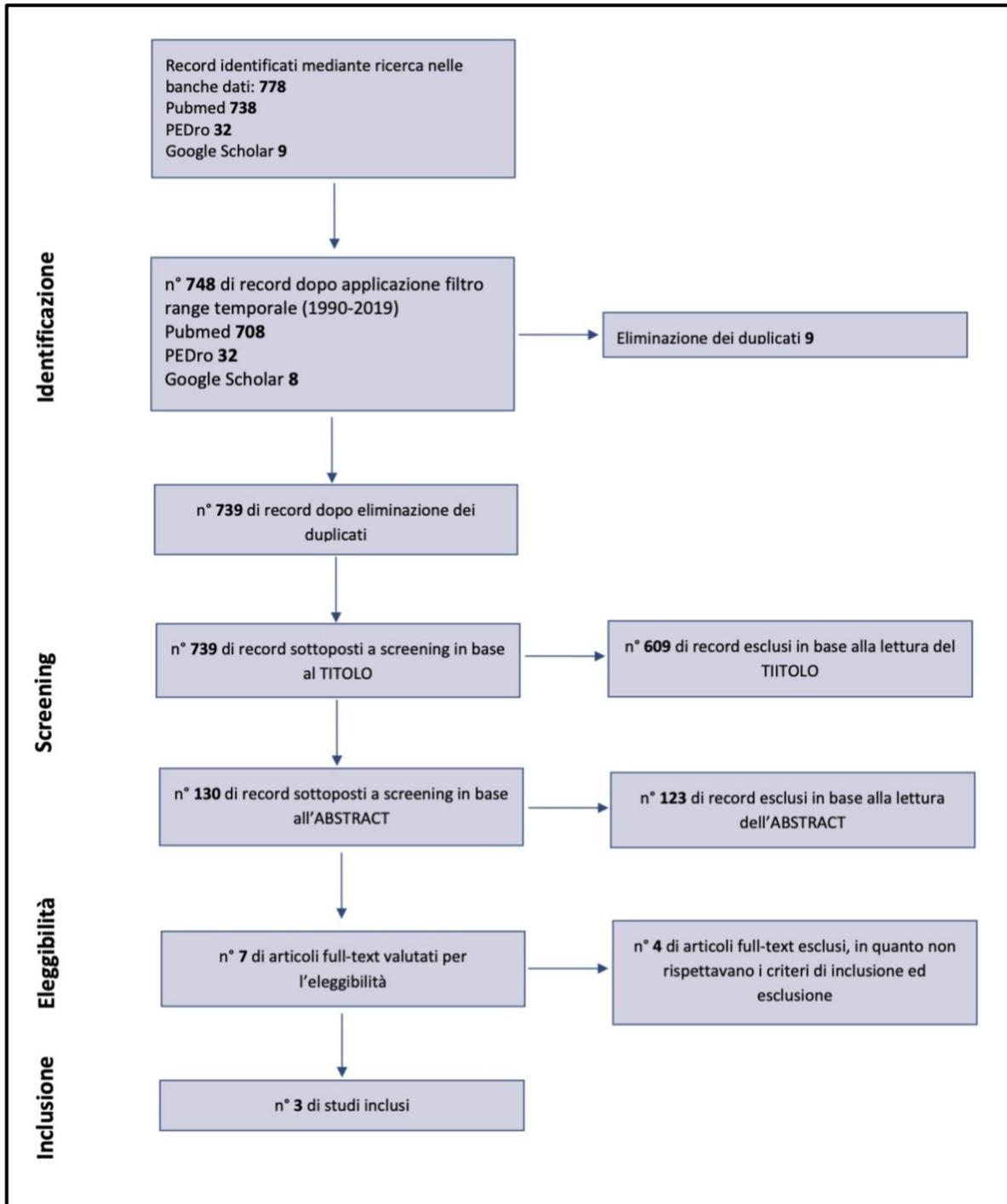
	<p>Nello studio non si è andati a verificare se c'è una correlazione tra <i>Low Back Pain</i> e lesioni all'arto inferiore. Emerge solo che sembrerebbe che la muscolatura prossimale dell'anca delle atlete donne risponda in maniera diversa a lesioni dell'arto inferiore o LBP, rispetto alle loro controparti maschili.</p>
<p>Leung FT, Mendis MD, Stanton WR, Hides JA. The relationship between the piriformis muscle, low back pain, lower limb injuries and motor control training among elite football players. J Sci Med Sport. 2015 Jul;18(4):407-11. (55)</p>	<p>I giocatori della <i>Australian Football League</i> (AFL) hanno un'alta incidenza di lesioni alla schiena. L'allenamento del controllo motorio per aumentare il controllo neuromuscolare lombopelvico è stato efficace nel ridurre il LBP e le lesioni agli arti inferiori negli atleti d'élite. Il controllo dell'allineamento pelvico e femorale durante l'attività funzionale coinvolge il muscolo piriforme. Questo studio ha studiato (a) l'effetto dell'allenamento del controllo motorio sulla dimensione del muscolo piriforme nei giocatori dell'AFL, con e senza LBP, durante la stagione di gioco, e (b) se esiste una relazione tra lesione degli arti inferiori e dimensione del muscolo piriforme. Non è stata valutata nello studio se c'è</p>

	una correlazione tra <i>Low Back Pain</i> e lesioni all'arto inferiore, comprese le <i>Muscle Injuries</i> .
Tabella 10: Articoli esclusi dopo la lettura del full text	

Si sono ottenuti così un totale di **3** articoli da includere in questo lavoro di revisione della letteratura.

Di seguito viene illustrato in maniera schematica tutto il processo di selezione degli articoli, attraverso la Flow Chart di Selezione degli articoli.

FLOW CHART DI SELEZIONE DEGLI ARTICOLI



Lo schema che viene riportato qui sotto costituisce una tabella sinottica degli studi inclusi nella revisione, in cui per ogni articolo vengono esplicitati titolo, autore, disegno di studio, popolazione, obiettivi, metodi, outcomes e risultati.

N°	TITOLO	AUTORE	DISEGNO DI STUDIO	POPOLAZIONE	OBIETTIVI	METODI	OUTCOMES	RISULTATI
1	<p>Prediction of Core and Lower Extremity strains and Sprains in Collegiate Football Players: A Preliminary Study</p> <p>Fonte: Journal of Athletic Training 2012;47(3):264-272</p>	Gary B. Wilkerson; Jessica L. Giles; Dustin K. Seibel	Studio di coorte	83 individui membri della squadra di calcio del <i>National Collegiate Athletic Association Division I Football Championship Subdivision</i> ; età media 20 ± 1.5 anni, altezza media 185.0 ± 5.4 cm, peso 99.7 ± 19.0 kg.	Valutare il valore delle misure pre-partecipazione della <i>season</i> come predittori di <i>core</i> o <i>lower extremity strains</i> o <i>sprains</i> e sviluppare una serie di predittori più forti per classificare i singoli giocatori come aventi uno stato ad alto rischio o a basso rischio di lesione, che potrebbero essere utilizzati in studi futuri per perfezionare e convalidare una <i>clinical prediction rule</i> per identificare i giocatori con un livello elevato di rischio di lesione potenzialmente modificabile.	<p>I giocatori hanno volontariamente compilato dei questionari e hanno fatto dei test fisici il giorno precedente l'inizio gli allenamenti della <i>preseason</i>. I dati di 10 giocatori aggiuntivi che erano o non disponibili alla valutazione iniziale o che hanno abbandonato la stagione prima della fine per ragioni non associate a lesione sono stati esclusi. Per testare la percezione personale dello stato funzionale <i>preseason</i> di schiena, ginocchia, caviglie e piedi sono stati somministrati: <i>Oswestry Disability Index</i> (ODI), <i>International Knee Documentation Committee</i> (IKDC) e le voci sportive della <i>Foot and Ankle Ability Measure</i> (FAAM). È stata documentata la storia di lesione di ginocchio e caviglia. L'endurance dei muscoli del <i>core</i> è stata testata attraverso la somministrazione in ordine di 4 test che prevedevano il mantenimento statico di 4 posizioni contro gravità: <i>horizontal back-extension hold</i>, <i>sitting 60° trunk-flexion hold</i>, <i>side-bridge hold</i>, and <i>bilateral wall-sit hold</i>. La capacità aerobica è stata testata con il <i>3-minute step test</i> e la frequenza cardiaca di recupero a 15 secondi dopo il completamento dell'attività di <i>stepping</i> è stata rilevata con un pulsossimetro elettronico. Altri parametri rilevati sono stati il BMI, la posizione in categoria, il livello di esposizione in circostanze potenzialmente lesive. Una lesione è stata definita come <i>core</i> o <i>lower extremity sprains</i> o <i>strains</i> che necessita dell'attenzione di un preparatore atletico e che limita la partecipazione al calcio per almeno un giorno. Sono state escluse fratture, dislocazioni, contusioni, lacerazioni, abrasioni e sindromi da <i>overuse</i>.</p>	<p>L'analisi ROC e l'analisi di regressione logistica sono state utilizzate per identificare i fattori predittivi dicotomizzati che meglio discriminavano coloro che riportavano una lesione da coloro che non la riportavano. Il 75° e il 50° percentile sono stati valutati come <i>cut points</i> alternativi per la dicotomizzazione dei predittori di lesione.</p>	<p>I giocatori con ≥ 2 su 3 fattori di rischio potenzialmente modificabili correlati alla funzione del <i>core</i> (<i>trunk flexion hold</i> ≤ 161s; ODI ≥ 6; <i>wall sit hold</i> ≤ 88s) avevano un rischio di infortunio 2 volte maggiore rispetto a quelli con < 2 fattori (intervallo di confidenza al 95% = 1,27, 4,22) e l'aggiunta di un alto livello di esposizione alle condizioni di gioco ha aumentato il rischio di lesione di 3 volte maggiore (intervallo di confidenza al 95% = 1,95, 4,98). I modelli di previsione che utilizzavano i <i>cut points</i> del 75° e del 50° percentile hanno prodotto risultati molto simili a quelli del modello che utilizzava i <i>cut points</i> derivanti dalle analisi ROC.</p>
2	A Refined Prediction Model for	Gary B. Wilkerson;	Studio di coorte prospettico	152 individui membri della squadra di calcio del <i>National</i>	Raffinare un modello sviluppato precedentemente per	Ogni anno sono stati somministrati 3 test (<i>trunk flexion hold</i> , <i>wall sit hold</i> , <i>back extension hold</i>) per i muscoli del <i>core</i> che prevedevano il	Sono state stabilite associazioni tra le misurazioni della <i>preseason</i> e	Un totale di 132 <i>core</i> o <i>lower extremity sprains</i> e <i>strains</i> sostenuta da 82 dei 152 individui

	<p>Core and Lower Extremity Sprains and Strains Among Collegiate Football Players</p> <p>Fonte: Journal of Athletic Training 2015;50(6):643-650</p>	Marisa A. Colston		<p><i>Collegiate Athletic Association Division I Football Championship Subdivision</i>; età media 19.7 ± 1.5 anni, altezza media 1.84 ± 0.08 m, peso medio 101.08 ± 19.28 kg). Sono stati raccolti i dati per 3 stagioni consecutive (2009; 2010; 2011) per un totale di 17208 sessioni tra allenamenti e partite.</p>	<p>predire le <i>core</i> o <i>lower extremity sprains</i> o <i>strains</i>, attraverso l'analisi di 3 stagioni di dati consecutive.</p>	<p>mantenimento di una posizione specifica più a lungo possibile, i quali sono stati modificati durante i tre anni per accelerarne la somministrazione e migliorarne la sensibilità.</p> <p>Per testare la percezione personale dello stato funzionale di schiena, ginocchia, caviglie e piedi sono stati somministrati: <i>Oswestry Disability Index</i> (ODI), <i>International Knee Documentation Committee</i> (IKDC) e le voci sportive della <i>Foot and Ankle Ability Measure</i> (FAAM).</p> <p>Utilizzate analisi ROC per identificare i <i>cut points</i> ottimali per identificare chi è ad alto o basso rischio di lesione. Per identificare un modello di previsione di lesione multivariabile con ottima potenza discriminativa sono state utilizzate sia il modello di regressione di Cox sia la regressione logistica.</p> <p>Una lesione è stata definita come <i>core</i> o <i>lower extremity sprains</i> o <i>strains</i> che necessita dell'attenzione di un preparatore atletico e che limita la partecipazione al calcio per almeno un giorno.</p> <p>Sono state escluse fratture, dislocazioni, contusioni, lacerazioni, abrasioni e sindromi da overuse.</p>	<p>la successiva occorrenza di una <i>core</i> o <i>lower extremity sprains</i> o <i>strains</i>.</p>	<p>durante le 17208 esposizioni al gioco.</p> <p>Il modello finale ha previsto 3 fattori: <i>starter</i> ≥ 1 partita; <i>Oswestry Disability Index</i> ≥ 4; <i>Wall-sit hold</i> ≤ 88 (2009), 41 (2010), 30 (2011) s. L'esistenza di almeno 2 dei 3 fattori di rischio fornisce una discriminazione eccezionalmente buona tra coloro che hanno subito una lesione e coloro che non l'hanno subita.</p> <p>L'esistenza di almeno 2 dei 3 fattori di rischio ha dimostrato una sensibilità del 56%, una specificità dell'80%, un <i>odds ratio</i> di 5,28 (intervallo di confidenza al 90%=3,31, 8,44) e un <i>hazard ratio</i> di 2,97 (intervallo di confidenza al 90%= 2,14, 4,12).</p>
3	<p>Small Multifidus Muscle Size Predicts Football Injuries</p> <p>Fonte: Orthop J Sports Med. 2014 Jun; 2(6): 2325967114537 588. Published online 2014 Jun 16. doi:</p>	Julie A. Hides; Warren R. Stanton; Dilani Mendis; Melinda M. Franettovich Smith; Morgot J. Sexton	Studio di coorte	<p>259 giocatori di calcio maschi all'inizio della <i>preseason</i> e 261 giocatori all'inizio della <i>season</i>, dell'<i>Australian Football League</i> (AFL). Età media 21.9 ± 3.6 anni, altezza media 188.4 ± 7.3 cm, peso medio 90.4 ± 56.3 kg. I partecipanti giocavano in media da 3.9 ± 3.7 anni.</p>	<p>Misurare la coerenza della misurazione del muscolo multifido come un predittore di lesioni all'arto inferiore per i giocatori professionali dell'AFL durante la <i>preseason</i> e la <i>season</i> calcistica. Gli obiettivi primari erano (1) testare una serie di misure relative alle dimensioni, all'asimmetria e alla</p>	<p>Somministrazione di questionari auto compilati all'inizio della <i>preseason</i> e all'inizio della <i>season</i> per raccogliere informazioni su: dati demografici, posizione giocata, numero di anni di gioco di calcio professionistico nell'AFL, dominanza della gamba, storia recente di infortunio e recente lombalgia. I dati sugli infortuni relativi alla <i>preseason</i> e alla <i>season</i> di gioco sono stati ottenuti dai dati raccolti dal personale dei club dell'AFL. La <i>cross sectional area</i> (CSA) e lo spessore pre e post contrazione del muscolo multifido sono stati valutati all'inizio della <i>preseason</i> e all'inizio della <i>season</i> di gioco utilizzando l'ecografia da 3 fisioterapisti addestrati e con esperienza.</p> <p>Un infortunio è stato definito come una condizione fisica correlata all'allenamento o al gioco del calcio che abbia impedito a un giocatore di completare</p>	<p>L'analisi iniziale è stata progettata per confrontare gli effetti della dimensione del muscolo multifido e dell'asimmetria sul verificarsi di lesioni agli arti inferiori, per misure di <i>cross sectional area</i>, spessore e quantità di contrazione.</p> <p>In un'ulteriore analisi della regressione logistica sono state utilizzate le misure del multifido con un effetto statisticamente significativo come predittori di lesioni agli arti inferiori. L'obiettivo era quello di sviluppare un</p>	<p>La riduzione delle dimensioni del muscolo multifido a L5 prevedeva in maniera consistente un infortunio nella <i>preseason</i> e nella <i>season</i>. L'asimmetria del muscolo multifido e la lombalgia erano significativamente correlate alle lesioni agli arti inferiori durante la <i>preseason</i>, e non avere una gamba preferita nel calciare era correlata alle lesioni in <i>season</i>.</p> <p>Il cambiamento stagionale delle dimensioni del muscolo multifido indicanti una diminuzione della massa muscolare era collegato a lesioni. La sensibilità e la</p>

	10.1177/232596 7114537588			<p>contrazione del muscolo multifido e determinare quali misurazioni del multifido erano correlate alla successiva lesione e (2) sviluppare un modello che massimizzi il potere di prevedere quali giocatori subiranno lesioni agli arti inferiori.</p>	<p>una sessione di allenamento completa o una partita. L'incidenza di giocatori che hanno subito 1 o più lesioni agli arti inferiori è stata utilizzata per l'analisi quantitativa. Le lesioni che si sono verificate dopo le valutazioni muscolari all'inizio della <i>preseason</i> e all'inizio della <i>season</i> sono state incluse nell'analisi.</p> <p>Una storia recente di infortunio all'inizio della <i>preseason</i> è stata codificata come "nessuna lesione" (29,9%) o "lesione" (70,1%) negli ultimi 12 mesi in base all'auto-report. La storia di infortunio ottenuto all'inizio della stagione di gioco è stata codificata come "nessun infortunio" (64,0%) o "infortunio" nella <i>preseason</i> (36,0%) sulla base dei dati del club ottenuti nel corso dello studio.</p> <p>Una storia recente di lombalgia all'inizio della <i>preseason</i> è stata codificata come "senza lombalgia" (61,2%) o "lombalgia" (38,8%) in <i>off-season</i> (ultimi 3 mesi). Allo stesso modo, una storia recente di lombalgia all'inizio della stagione è stata codificata come "no lombalgia" (61,7%) o "lombalgia" (38,3%) nella <i>preseason</i> (ultimi 3 mesi).</p> <p>I dati sono stati sottoposti a un'analisi predittiva utilizzando la procedura di regressione logistica binomiale di SPSS (v 20; IBM Corp).</p>	<p>modello per i dati di <i>preseason</i> che potesse essere replicato con i dati della <i>season</i>. I fattori di rischio utilizzati per il modello erano (1) step 1: dati demografici comprendenti età, altezza, peso e posizione del giocatore (codificati come difensore, centrocamp, ruck, attaccante); (2) step 2: storia che comprende "stagioni di AFL professionistiche giocate" (codificato come nuova recluta, 1-3 anni e ≥ 4 anni), storia di lombalgia negli ultimi 3 mesi, storia recente di infortunio (codificato come no o sì), modifica delle misurazioni del multifido (la media della CSA della <i>preseason</i> meno la CSA della <i>season</i>; solo analisi <i>season</i>); e (3) step 3: stato attuale, comprese misurazioni muscolari significative e gamba preferita di calciata, collegata al lato delle misurazioni muscolari (codificata come destra, sinistra o entrambe). Il numero del club è stato inserito come covariata nell'analisi.</p> <p>Questa analisi verifica il meccanismo dell'effetto secondo cui le lesioni sono precedute da disfunzione muscolare. L'<i>odds ratio</i> prodotto in questa analisi fornisce una stima del livello</p>	<p>specificità del modello sono state rispettivamente del 60,6% e dell'84,9% per la <i>preseason</i> e del 91,8% e 45,8% per la <i>season</i>.</p>
--	------------------------------	--	--	---	---	--	--

							di rischio di lesione correlato al fattore di rischio, in particolare perdita di massa muscolare e disfunzione. La forza e la robustezza del modello sono indicate dalla sensibilità, dalla specificità e dalla varianza.	
--	--	--	--	--	--	--	---	--

Tabella 11: Sinossi delle principali caratteristiche degli studi inclusi

Qui di seguito vengono illustrati in modo più ampio gli studi inclusi nel processo di revisione.

1. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study.

Wilkerson GB1, Giles JL, Seibel DK.

J Athl Train. 2012 May-Jun;47(3):264-72. doi: 10.4085/1062-6050-47.3.17.

In questo lavoro del 2012 Wilkerson, Giles e Seibel si sono posti sia l'obiettivo di valutare se i valori pre-partecipazione della season nei giocatori di football collegiale potessero essere dei predittori di *core* o *lower extremity strain* o *sprains*, sia di sviluppare una serie di predittori più forti per classificare i singoli giocatori ad alto rischio o a basso rischio di lesione.

Tutti i membri del team che erano presenti all'esame fisico il giorno precedente l'inizio delle sessioni pratiche della preseason sono stati sottoposti a valutazione. Sono state indagate:

- la funzionalità di schiena, ginocchio e caviglia, attraverso la somministrazione di ODI, IKDC e FAAM;
- l'endurance della muscolatura del *core* attraverso la somministrazione di 4 test (*horizontal back-extension hold*, *sitting 60° trunk-flexion hold*, *side-bridge hold*, *bilateral wall-sit hold*);
- la capacità aerobica, testata con il *3-minute step test* e la frequenza cardiaca di recupero a 15 secondi dopo il completamento dell'attività di *stepping*, rilevata con un pulsossimetro elettronico.

Sono stati registrati anche il BMI, la posizione in categoria, il livello di esposizione in circostanze lesive.

Un infortunio è stato definito come: una *core* o *lower extremity strain* o *sprains* che ha richiesto l'attenzione di un allenatore e che ha limitato la partecipazione calcistica in qualsiasi misura per almeno 1 giorno.

Fratture, lussazioni, contusioni, lacerazioni, abrasioni e sindromi da *overuse* sono state escluse dall'analisi.

Tutti gli infortuni legati allo sport risultanti dalla partecipazione a sessioni di allenamento, sessioni di condizionamento o partite sono stati registrati dall'inizio del periodo di allenamento preseason fino alla fine della season. Se un giocatore ha subito più di un

infortunio, l'infortunio che ha imposto un periodo di stop più lungo è stato designato come primario.

Per l'analisi dei dati i giocatori sono stati categoricamente classificati come *injured* o non *injured*.

L'analisi delle curve ROC è stata utilizzata per stabilire i *cut points* per la dicotomizzazione di potenziali variabili predittive, e il test esatto di Fisher è stato usato per identificare quelli che meglio discriminavano lo stato *injured* e non *injured*.

È stata utilizzata l'analisi logistica regressiva graduale all'indietro per identificare la migliore combinazione di predittori e analisi ROC per identificare il numero ottimale di fattori positivi per distinguere lo stato di *injured* da non *injured*.

Poiché l'esposizione al gioco non può essere quantificata fino al termine di una stagione, è stata esclusa dalle successive analisi. Inoltre, poiché l'analisi delle curve ROC non può essere utilizzata per stabilire i *cut points* fino al termine di una stagione, il 75° e il 50° percentile sono stati valutati come *cut points* alternativi per la dicotomizzazione pre-partecipazione dei fattori di rischio di lesione potenzialmente modificabili. I dati sono stati analizzati utilizzando SPSS (versione 17.0; SPSS, Inc, Chicago, IL).

A causa dei valori bassi dell'area sotto curva ROC e della mancanza di *cut points* chiaramente definibili per distinguere i casi ad alto rischio di lesione dai casi a basso rischio, sono stati esclusi FAAM, *back-extension hold*, *side-bridge hold* e *3-minute step test heart rate* da ulteriori analisi.

I risultati della regressione logistica hanno identificato un'elevata esposizione al gioco, un basso tempo di tenuta al *trunk-flexion hold*, un elevato punteggio alla ODI e un basso tempo di tenuta al *wall-sit hold* come la migliore combinazione di predittori di infortuni.

Il modello di previsione a 4 fattori ha fornito un massimo grado di accuratezza nel classificare correttamente i giocatori come *injured* o non *injured*. Solo il 10% dei giocatori infortunati era positivo per tutti e 4 i fattori (4/39), ma nessuno dei giocatori non *injured* era positivo per tutti e 4 i fattori (0/44). Due o più fattori positivi hanno identificato il 92% dei giocatori infortunati (36/39), mentre il 48% dei giocatori non infortunati (21/44) è risultato positivo solo per 1 fattore o nessun fattore. Tre o più fattori positivi hanno fornito il miglior equilibrio tra sensibilità e specificità rispettivamente al 62% e al 91%. Il rischio di infortunio è stato 3 volte maggiore per i giocatori con ≥ 3 fattori positivi rispetto a quelli che avevano < 3 fattori positivi.

Un'analisi di regressione logistica di *follow-up* che escludeva l'esposizione al gioco ha prodotto un modello a 3 fattori che includeva gli stessi fattori potenzialmente modificabili

dell'analisi primaria. Il *cut point* derivato dall'analisi ROC per il punteggio ODI corrispondeva al valore del 75° percentile e i *cut points* derivati dall'analisi ROC per i 2 test di endurance muscolare del *core* erano entrambi inferiori al 75° percentile ma maggiori del 50°.

Per le analisi di *follow-up*, il punteggio ODI è stato classificato alto quando superiore al 75° percentile, mentre i valori della performance per i 2 test di endurance muscolare del *core* sono stati classificati come bassi quando il tempo di tenuta era inferiore al 75° o al 50° percentile.

È emerso che l'esposizione al gioco è il predittore più forte di rischio di lesione.

Sebbene l'incidenza degli infortuni fosse maggiore per quelli con livelli elevati di esposizione al gioco, le analisi stratificate hanno dimostrato che gli effetti relativi degli altri 3 fattori di rischio sull'aumento del rischio di infortunio erano quasi identici per i gruppi con elevata esposizione al gioco e bassa esposizione al gioco. Per l'intera coorte, coloro che erano positivi per il punteggio ODI elevato (20/83) hanno avuto un infortunio 3 volte maggiore.

La constatazione che un punteggio ODI di appena 6 punti su una scala da 0 a 100 fosse associato ad un aumentato rischio di infortunio al core o agli arti inferiori suggerisce che un livello relativamente basso di disfunzione lombare auto-segnalata può essere clinicamente importante.

Disfunzioni lombari e endurance subottimale dei muscoli del *core* sembrano essere importanti fattori di rischio modificabili nelle lesioni calcistiche, che devono essere identificati nello screening di partecipazione.

2. A refined prediction model for core and lower extremity sprains and strains among collegiate football players.

Wilkerson GB, Colston MA. J Athl Train. 2015 Jun;50(6):643-50. doi: 10.4085/1062-6050-50.2.04. Epub 2015 Apr 6.

Nello studio Wilkerson e Colston cercano di analizzare 3 stagioni consecutive di dati combinati per lo stato preseason, esposizione al gioco e incidenza di lesione per produrre un modello raffinato per prevedere *core* o *lower extremity sprain* o *strain* durante il calcio collegiale.

Lo studio di coorte prospettico include tutti i membri della *National Collegiate Athletic Association Division I Football Championship Subdivision* che erano presenti all'esaminazione immediatamente prima dell'inizio delle sessioni di pratica *preseason* nel

2009 (n=83), 2010 (n=88), 2011 (n=85). I giocatori che hanno partecipato a più di una stagione sono stati trattati come casi separati per ogni stagione.

Ai giocatori sono state somministrate ODI, FAAM e IKDC e sono stati fatti eseguire 3 test per valutare l'endurance della muscolatura del *core* (*trunk-flexion hold*, *wall-sit hold*, *back-extension hold*).

I test di endurance sono stati modificati nelle tre stagioni, arrivando ad accelerare i tempi di somministrazione ma nel caso del *trunk-flexion hold* è diminuito il relativo contributo di tale test alla potenza predittiva del modello multifattoriale.

Durante ogni stagione sono state analizzate le curve ROC per identificare i *cut points* per i risultati dei test di valutazione dell'endurance del *core preseason*; per i punteggi delle funzioni articolari derivate dalle scale di valutazione ODI, IKDC, FAAM; per le misurazioni antropometriche e per la successiva esposizione alle condizioni di gioco.

Il modello di previsione iniziale aveva stabilito una maggiore probabilità di infortunio per i giocatori che avevano almeno 3 su 4 fattori di rischio, tra cui un alto livello di esposizione alle condizioni di gioco, una funzione lombare non ottimale e scarse prestazioni su uno o entrambi i test di endurance del *core* (*trunk-flexion hold* e *wall-sit hold*).

Dopo aver analizzato una singola stagione si era giunti ad un modello a 3 fattori che aveva eliminato il *trunk-flexion hold test* e prodotto lo stesso *odds ratio* derivato dal modello originale a 4 fattori. Inoltre, la definizione di un alto livello di esposizione del gioco era stata semplificata in modo che bastasse essere stati titolari per una o più partite e non servisse aver giocato come titolare per tre o più partite e aver partecipato a tutte le 11 partite della stagione. Per convalidare il potere predittivo dei 3 fattori di rischio, identificati da entrambe le analisi per la singola stagione, sono stati analizzati i dati per 3 stagioni consecutive. Altre variabili dicotomizzate che sono state misurate in modo coerente ogni anno sono state anche valutate per il valore predittivo mediante analisi separate di tabulazione incrociata. I *cut points* per la dicotomizzazione di ciascuna variabile sono stati determinati dall'analisi ROC del set di dati combinato a 3 stagioni, ad eccezione del *trunk-flexion hold* e *wall-sit hold*.

Infatti l'aver effettuato di anno in anno una modifica di tali test ha portato nei tre anni ad una riduzione drastica della loro durata media, pertanto, al fine di classificare un giocatore ad alto o a basso rischio di lesione, per ogni anno sono stati usati i *cut points* derivati dalle curve ROC.

L'analisi della tabulazione incrociata è stata eseguita per calcolare l'*odds ratio* per ciascuna variabile. L'analisi della regressione logistica è stata utilizzata per valutare i contributi relativi delle variabili predittive al potere discriminatorio di un modello multivariabile ed è

stata creata una funzione di intervallo di confidenza per valutare sia l'entità che la precisione dei valori di *odds ratio* per il modello multivariabile. Le variabili predittive ottenute dall'analisi della regressione logistica sono state inserite in un'analisi della regressione di Cox per modellare la probabilità istantanea di incidenza di lesione nel corso di una stagione calcistica. È stato utilizzato IBM SPSS Statistics (versione 21; IBM Corporation, Armonk, NY) per analizzare i dati.

Si è visto che i risultati della regressione logistica e delle analisi di regressione di Cox hanno dimostrato che l'inclusione del *trunk-flexion hold test* in un modello a 4 fattori non era superiore al modello a 3 fattori più semplice.

Il modello di regressione logistica a 3 fattori è stato fortemente associato al risultato dicotomico e il test di Hosmer-Lemeshow ha dimostrato un eccezionale livello di accordo tra valori osservati e previsti. La successiva analisi ROC ha dimostrato che l'esistenza di almeno 2 dei 3 fattori di rischio (alta esposizione al gioco (basta avere giocato come titolare ≥ 1 partita), punteggio ODI ≥ 4 e *wall-sit hold test* $\leq cut\ point$ specifico per la versione del test) ha fornito una discriminazione eccezionalmente buona tra casi *injured* e non *injured*.

Un aumento progressivo dell'incidenza delle lesioni è stato chiaramente associato ad un aumento del numero di fattori di rischio.

È emerso che un grado lieve di disfunzione lombare e un livello subottimale dell'endurance dei muscoli del *core* sembrano essere importanti fattori di rischio che devono essere identificati e trattati.

Un'alta esposizione a condizioni di gioco è un fattore di rischio dominante.

Tuttavia la combinazione di un'alta esposizione a condizioni di gioco con un fattore di rischio potenzialmente modificabile è associato con un sostanziale incremento di rischio di *core* o *lower extremity sprain* o *strain*.

3. Small Multifidus Muscle Size Predicts Football Injuries.

Hides JA, Stanton WR, Mendis MD, Franettovich Smith MM, Sexton MJ.

Orthop J Sports Med. 2014;2(6):2325967114537588. Published 2014 Jun 16. doi:10.1177/2325967114537588

Lo scopo dello studio è stato quello di valutare in che modo le misurazioni del multifido attraverso l'ecografia possano predire lesioni dell'arto inferiore nel calcio.

Sono stati presi in esame 259 giocatori di calcio d'élite all'inizio della *preseason* e 261 giocatori all'inizio della *season*.

All'inizio della *preseason* e della *season*, sono stati somministrati una serie di questionari, autocompilati dai giocatori, in modo da avere informazioni circa dati demografici, ruolo del giocatore, numero di anni di gioco di calcio professionistico nell'*American Football League*, dominanza di gamba, storia recente di infortunio e recente lombalgia.

La valutazione delle misure muscolari del multifido è stata fatta da 3 fisioterapisti specializzati ed addestrati nell'utilizzo dell'ecografia e si è andati a misurare la *cross sectional area* e lo spessore del multifido pre e post contrazione.

Un infortunio è stato definito come una condizione fisica correlata all'allenamento o al gioco del calcio che abbia impedito a un giocatore di completare una sessione di allenamento completa o una partita. L'incidenza di giocatori che hanno subito uno o più lesioni agli arti inferiori è stata utilizzata per l'analisi quantitativa. Le lesioni che si sono verificate dopo le valutazioni muscolari all'inizio della *preseason* e all'inizio della *season* sono state incluse nell'analisi.

Un'eventuale presenza o meno di storia recente di infortunio all'inizio della *preseason* è stata codificata come "nessuna lesione" (29,9%) o "lesione" (70,1%) negli ultimi 12 mesi in base all'*auto-report*. Per quanto riguarda la storia di infortunio ottenuto all'inizio della stagione di gioco è stata codificata come "nessun infortunio" (64,0%) o "infortunio" nella *preseason* (36,0%) sulla base dei dati del club ottenuti nel corso dello studio.

La codifica utilizzata invece per la presenza o meno di una storia recente di lombalgia all'inizio della *preseason*, è stata "senza lombalgia" (61,2%) o "lombalgia" (38,8%) in *off-season* (ultimi 3 mesi). Allo stesso modo, una storia recente di lombalgia all'inizio della stagione è stata codificata come "no lombalgia" (61,7%) o "lombalgia" (38,3%) nella *preseason* (ultimi 3 mesi).

I dati sono stati sottoposti a un'analisi predittiva utilizzando la procedura di regressione logistica binomiale di SPSS (v 20; IBM Corp).

L'analisi iniziale è stata progettata per confrontare gli effetti della dimensione del muscolo multifido e dell'asimmetria sul verificarsi di lesioni agli arti inferiori, per misure di CSA, spessore e quantità di contrazione. I gruppi di lesioni sono stati codificati come "nessuna lesione" o "lesione" separatamente per la *preseason* e per la *season*. Le misurazioni del muscolo multifido utilizzate in questa analisi erano:

1. dimensioni (CSA media tra i due lati vertebrali), quantità di asimmetria (differenza assoluta tra i lati in CSA), direzione di asimmetria (lato ipsilaterale più piccolo o controlaterale alla gamba calciante preferita; giocatori ambidestri codificati come preferenza destra);

2. spessore (media tra i lati), quantità di asimmetria nello spessore (differenza assoluta), direzione dell'asimmetria dello spessore (ipsilaterale laterale più piccolo o controlaterale rispetto alla gamba calciante preferita);
3. quantità di contrazione isometrica volontaria del muscolo multifido, quantità assoluta di asimmetria nella contrazione e direzione di asimmetria nella contrazione (lato ipsilaterale o controlaterale più piccolo alla gamba calciante preferita).

Il numero del club è stato inserito come una covariata categorica per adeguarsi alle differenze tra i 6 club.

In un'ulteriore analisi della regressione logistica graduale, sono state utilizzate le misure muscolari del multifido con un effetto statisticamente significativo come predittori di lesione agli arti inferiori. L'obiettivo era quello di sviluppare un modello per i dati di *preseason* che potesse essere replicato con i dati della *season*.

I fattori di rischio utilizzati per il modello erano (1) step 1: dati demografici inclusi età, altezza, peso e posizione del giocatore (codificati come difensore, centrocamp, ruck, attaccante); (2) step 2: storia che comprende "stagioni di AFL professionistiche giocate" (codificata come nuova recluta, 1-3 anni e ≥ 4 anni), storia di lombalgia negli ultimi 3 mesi, storia recente di infortunio (codificato in no o sì), modifica delle misurazioni del multifido (media *preseason* meno *season* CSA); e (3) step 3: stato attuale che comprende misurazioni muscolari significative e gamba di calcio preferita, collegata al lato delle misurazioni muscolari (codificata come destra, sinistra o entrambe). Il numero del club è stato inserito come covariata nell'analisi.

Questa analisi verifica il meccanismo secondo cui le lesioni sono precedute da disfunzione muscolare. L'*odds ratio* prodotto in questa analisi fornisce una stima del livello di rischio di lesione correlato al fattore di rischio, in particolare alla perdita di massa muscolare e disfunzione. La forza e la robustezza del modello sono indicate dalla sensibilità, dalla specificità e dalla varianza spiegate dai dati degli infortuni nella *preseason* e nella *season*.

È emerso che la dimensione del muscolo multifido, misurata come CSA, prevedeva lesioni agli arti inferiori sia nella *preseason* che nella *season*. Una riduzione della CSA del muscolo multifido ha comportato una probabilità maggiore del 25% di un infortunio nella *preseason* e del 43% nella *season*. Inoltre il lato dell'asimmetria muscolare era significativamente correlato alle lesioni agli arti inferiori nella *preseason*. I giocatori il cui multifido era più piccolo dal lato della gamba calciante avevano una probabilità 1,38 volte superiore di una lesione agli arti inferiori. Entrambe queste misure del muscolo multifido sono state incluse nel modello predittivo.

I risultati del modello di regressione logistica degli infortuni agli arti inferiori hanno evidenziato che le dimensioni del multifido a L5 prevedevano costantemente un infortunio nella *preseason* e nella *season*. Rispetto ai giocatori con una massa muscolare del multifido sopra la media, ogni riduzione di unità (cm²) sotto la media marginale era correlata a una probabilità superiore del 26% di una lesione degli arti inferiori nella *preseason* e un 48% di probabilità più alte di infortunio agli arti inferiori nella *season*.

È stato anche esaminato se la variazione delle dimensioni del muscolo durante la *preseason* e la *season* potesse essere un fattore di rischio per infortunio agli arti inferiori. Tale variazione è stata scoperta essere un predittore significativo di infortunio nella *season*. Per quanto riguarda la variazione delle dimensioni del multifido dall'inizio della *preseason* all'inizio della *season*, ogni diminuzione di 1 unità nelle dimensioni del multifido al di sotto della media marginale aumenta le probabilità di un infortunio nella stagione di gioco del 63%.

I giocatori che avevano subito una lesione nella *preseason* in media avevano multifidi più piccoli rispetto a prima dell'infortunio. I giocatori con dimensioni del multifido più grandi che hanno mantenuto la dimensione del multifido tendevano a non subire un infortunio durante la *preseason* o la *season*. In particolare, tra i giocatori che hanno subito un infortunio *preseason*, quelli che hanno recuperato le loro dimensioni del multifido tendevano a non incorrere ulteriormente in un infortunio, ma un'ulteriore perdita delle dimensioni del multifido era correlata a un altro infortunio nella *season*.

Altri predittori hanno differenziato gli infortuni *preseason* dagli infortuni della *season*. Nella *preseason*, la recente lombalgia era correlata ad un aumento del 98% delle probabilità di una lesione degli arti inferiori. Nella *season*, "la gamba calciante " era un fattore di rischio di infortunio. Rispetto ai giocatori che preferivano la gamba destra, quelli che preferivano calciare con la gamba sinistra non avevano più probabilità di andare incontro ad infortunio; tuttavia, i giocatori senza preferenza avevano meno probabilità di subire lesioni agli arti inferiori durante la *season*.

Lo sviluppo del modello predittivo in questo studio mirava anche ad aumentare il potere di identificare il giocatore che avrebbe subito lesioni agli arti inferiori. La forza del modello può essere misurata dalle stime di sensibilità, specificità e varianza. La sensibilità e la specificità del modello sono state rispettivamente del 60,6% e dell'84,9% per la *preseason* e del 91,8% e 45,8% per la *season*.

Di seguito viene riportata l'analisi della modalità di conduzione e della qualità degli studi inclusi nella revisione.

	Item N	Recommendation	Wilkerson et al. 2012	Wilkerson et al. 2015	Hides et al. 2014
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract	√	√	√
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	√	√	√
Introduction					
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	√	√	√
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	√	√	√
Methods					
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	√	√	√
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	√	√	√
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up	√	√	√
		(b) For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed	NA	NA	NA
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	√	√x	√x
Data sources/measurement	8	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	√	√x	√x
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	√x	√x	√
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	√	√	√
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	√	√	√
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	√	√	√
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	√	√	√
		(c) Explain how missing data were addressed	x	x	x

		(d) If applicable, explain how loss to follow-up was addressed	NA	NA	NA
		(e) Describe any sensitivity analyses	√	√	√
Results					
Participants	13	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	√x	√x	√x
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	x	x	x
		(c) Consider use of a flow diagram	x	x	x
Descriptive data	14	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	√x	√x	√x
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	x	x	x
		(c) Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	√	√	√
Outcome data	15	Report numbers of outcome events or summary measures over time	√	x	√x
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	√	√	√
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	√	√	√
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	NA	NA	NA
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	√	√	√
Discussion					
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	√	√	√
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	√	√	√
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	√	√	√
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	√x	√	√

Other information					
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	x	x	x
Tabella 12: Analisi del reporting degli studi inclusi nella revisione attraverso lo STROBE-STATEMENT					

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at <http://www.strobe-statement.org>.

LEGENDA

√ → sì

x → no

√x → parzialmente

NA → non applicabile

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE
COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection
<p>1) <u>Representativeness of the exposed cohort</u></p> <p>a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *</p> <p>b) somewhat representative of the average _____ in the community *</p> <p>c) selected group of users eg nurses, volunteers</p> <p>d) no description of the derivation of the cohort</p> <p>2) <u>Selection of the non exposed cohort</u></p> <p>a) drawn from the same community as the exposed cohort *</p> <p>b) drawn from a different source</p> <p>c) no description of the derivation of the non exposed cohort</p> <p>3) <u>Ascertainment of exposure</u></p> <p>a) secure record (eg surgical records) *</p> <p>b) structured interview *</p> <p>c) written self report</p> <p>d) no description</p> <p>4) <u>Demonstration that outcome of interest was not present at start of study</u></p> <p>a) yes *</p> <p>b) no</p>
Comparability
<p>1) <u>Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis</u></p> <p>a) study controls for _____ (select the most important factor) *</p> <p>b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)</p>
Outcome
<p>1) <u>Assessment of outcome</u></p> <p>a) independent blind assessment *</p> <p>b) record linkage *</p> <p>c) self report</p> <p>d) no description</p>

- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
- a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
- b) no
- 3) Adequacy of follow-up of cohorts
- a) complete follow up - all subjects accounted for *
- b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost → ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
- c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost
- d) no statement

Tabella 13: Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale (56)

NOS	Wilkerson et al. 2012	Wilkerson et al. 2015	Hides et al. 2014
Selection			
1. Representativeness of the exposed cohort	1	1	1
2. Selection of the non exposed cohort	NA	NA	NA
3. Ascertainment of exposure	1	1	1
4. Demonstration that outcome of interest was not present at the start of the study	1	1	1
Comparability			
1. Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis	NA	NA	NA
Outcome			
1. Assessment of outcome	0	0	1
2. Was follow-up long enough for outcomes to occur	1	1	1
3. Adequacy of follow-up of cohorts	1	1	1
Tabella 14: Critical Appraisal degli studi inclusi nella revisione attraverso la NOS			

LEGENDA:

NA → non applicabile

1 → sì *

0 → no *

DISCUSSIONE

L'obiettivo che si pone questa revisione della letteratura, come è già stato esplicitato nell'introduzione, è quello di verificare se vi è una correlazione tra *Low Back Pain* e *Muscle Injuries* negli atleti sia amatoriali sia professionisti.

Risulta evidente, sia dalla ricerca preliminare che dalle stringhe di ricerca utilizzate per questa revisione, l'assenza di studi che vadano ad indagare in maniera diretta se gli atleti che soffrono di *Low Back Pain*, siano predisposti a riportare *Muscle Injuries*.

Attraverso il processo di identificazione, screening per titolo ed abstract e valutazione dei full text per eleggibilità, è stato possibile reperire 3 articoli, due dei quali prodotti dallo stesso autore. (57) (58) (59)

Il primo studio incluso nella revisione è quello di Wilkerson e colleghi del 2012 (57), nel quale viene verificato il valore di alcuni parametri, raccolti nei giocatori di calcio collegiale prima della partecipazione alla *preseason* e alla stagione calcistica, come predittori di *core* o *lower extremity strain* o *sprain*.

Dal momento che tra i criteri di esclusione sono riportate fratture, dislocazioni, contusioni, lacerazioni, abrasioni e sindromi da *overuse*, in modo indiretto si deduce che sono incluse le *Muscle Injuries*, tant'è che nei risultati lo studio riporta che i giocatori hanno subito 10 *hip-groin strains* e 2 *hamstring strains*.

Tra i parametri raccolti vi è anche la funzionalità della colonna lombare e si è valutato l'impatto che questa potesse avere sull'incidenza di *core* o *lower extremity strain* e *sprain*.

Per effettuare l'*assessment* della funzionalità della lombare è stata somministrata la *Oswestry Disability Index* (ODI), sostituendo la sezione riguardante la vita sessuale con una sezione per il lavoro e le attività sportive, strutturata in modo da corrispondere alla sezione relativa al lavoro e alle faccende domestiche proposta da Fritz e Irrgang nel loro *Modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire*. (60)

Nello studio di Fritz e Irrgang, tra i 23 pazienti con lombalgia che sono stati classificati come aventi condizioni stabili, l'affidabilità test-retest per questa versione dell'ODI in un intervallo di 4 settimane era 0.90. (60)

Tra le scale più popolari per valutare la disabilità correlata al LBP vi sono appunto l'*Oswestry Low Back Pain Disability Index* (ODI) (61) e la *Roland-Morris Disability Questionnaire* (RMDQ) (62) (63). Tuttavia, esse non sono state progettate *ad hoc* per gli atleti pertanto

potrebbero avere alcune limitazioni per valutare le richieste fisiche, i deficit e le disabilità temporanee specifiche per la popolazione sportiva.(64)

Infatti gli atleti potrebbero avere disabilità nella loro attività specifica e non nelle attività della vita quotidiana in generale. (65) (66)

Pochi sono gli studi in letteratura sulla valutazione della disabilità correlata al LBP negli atleti. (67)

Recentemente d'Hemecourt et al. (66) hanno proposto la *Micheli Functional Scale* (MFS) per effettuare l'*assessment* del dolore e dei livelli funzionali nei giovani atleti.

Zamani e colleghi (64), invece, nel 2014 hanno proposto un nuovo questionario intitolato "*Athletes Disability Index*" (ADI) sempre per valutare la disabilità correlata al LBP negli atleti e nel 2017 Noormohammadpour (67) e collaboratori hanno effettuato uno studio per valutarne la validità (*validity*) e l'affidabilità (*reliability*): è emerso che l'ADI riuscirebbe a stratificare meglio il livello di disabilità correlata al LBP negli atleti che hanno difficoltà nello sport e nell'esercizio fisico, senza limitazioni nelle loro attività quotidiane, che potrebbero essere classificate dall'ODI e dall'RMDQ come un dolore leggero che porta a disabilità limitata.

Ecco che la funzionalità della lombare, indagata con la ODI, nello studio di Wilkerson (57) potrebbe essere stata sottostimata o valutata inadeguatamente.

Tuttavia l'aspetto risultato rilevante dal primo studio incluso nella revisione (57), soprattutto ai fini dello scopo di questo elaborato di tesi, è che anche un punteggio alla ODI di soli 6 punti, su un questionario che presenta un punteggio che va da 0 a 100, dove 100 è il punteggio peggiore e 0 è il punteggio migliore, è associato ad un incremento del rischio di *core* o *lower extremity strain* o *sprain*, suggerendo che anche un basso livello autoriportato di disfunzione lombare possa essere clinicamente importante nei giocatori di calcio collegiale.

Andando a vedere in maniera più puntuale in che modo un punteggio alla ODI ≥ 6 impatti sul verificarsi di una *core* o *lower extremity strain* o *sprain*, si riscontra un *odds ratio* di 2.64 CI (0.93-7.53). Ciò significa che coloro che hanno un ODI ≥ 6 , hanno 2.64 volte il rischio di sviluppare una *core* o *lower extremity strain* e *sprain*.

Ecco quindi esplicitato il motivo di inclusione di tale lavoro, anche se questi valori non possono essere traslati nella correlazione tra LBP e MI.

Infatti nello studio per classificare un giocatore di calcio come *injured* è stata inclusa qualsiasi lesione muscolare e articolare nel territorio compreso tra lombare e piede. Pertanto, risulta necessario tenere conto di questo aspetto nell'interpretazione dei risultati di questo

studio, in quanto se la variabile dipendente avesse rappresentato uno specifico infortunio (esempio distorsione di caviglia, distorsione di ginocchio, *Muscle Injury* alla regione inguinale), la forza predittiva relativa di ciascuna delle variabili indipendenti (ovvero ODI, test di endurance per la funzionalità della muscolatura del *core*, esposizione al gioco, BMI, IKDC, etc.) sarebbe quasi sicuramente diversa.

Indipendentemente dal fatto che si possano traslare o meno i risultati, si deve tenere in considerazione che lo studio rappresenta alcune criticità a livello metodologico.

Il limite principale di questo studio è il numero relativamente piccolo di infortuni subiti dai membri di una singola squadra di calcio durante un periodo di sorveglianza limitato a una sola stagione calcistica.

È quindi necessario, al fine di convalidare i parametri identificati come correlati ad un elevato rischio di infortunio, effettuare uno studio in modo prospettico e con un campione più ampio e diversificato di giocatori di calcio collegiale.

Il secondo studio incluso è quello fatto dagli stessi autori nel 2015 (58), nel quale viene riproposto lo stesso obiettivo del 2012 ovvero quello di perfezionare un modello con dei parametri per predire se un giocatore sia ad alto o a basso rischio di riportare una *core* o *lower extremity strain* o *sprain*, durante la *preseason* e la *season*.

Questa volta lo studio viene svolto in modalità prospettica al fine di avere i dati di tre stagioni calcistiche (2009, 2010, 2011) e quindi avere un campione più ampio per confermare quanto riscontrato nel 2012.

Anche in questo articolo, come già anticipato sopra, non è stata indagata direttamente la correlazione tra *Low Back Pain* e *Muscle Injuries*, ma è stata inclusa, come nello studio precedente, la disfunzione della colonna lombare, misurata con la ODI, come uno degli elementi, all'interno del modello a tre fattori, predittori di rischio per *core* o *lower extremity strain* o *sprain*.

Per quanto riguarda il tipo di infortuni presi in esame, come si era già verificato nel 2012 (57), vengono escluse fratture, dislocazioni, contusioni, abrasioni, lacerazioni e sindromi da *overuse* e vengono inclusi tutti quegli infortuni che riguardano problematiche articolari e problematiche muscolari che vanno dalla colonna lombare al piede. Questo rappresenta di fatto il motivo principale per il quale si è deciso di includere tale lavoro nella presente revisione.

A differenza dello studio precedente non vengono riportati i tipi di infortuni registrati durante le tre stagioni calcistiche, ma viene solo riportata la quantità totale di *core* o *lower*

extremity strain o *sprain*. Quindi non è chiaro se all'interno del totale degli infortuni si siano verificate anche lesioni muscolari.

Quello che appare dal modello di previsione di infortuni è che il fattore dominante per rischio di infortunio è un'alta esposizione alle condizioni di gioco: l'*odds ratio* per il fattore "essere titolare in una o più partite" è rispettivamente 4.14 per il modello a 4 fattori e 4.22 per il modello a 3 fattori.

Tuttavia il rischio di infortunio sia per coloro che hanno un alta esposizione al gioco sia per coloro che hanno una bassa esposizione viene incrementato in maniera sostanziale sia da un relativo medio grado di disfunzione lombare che da una ridotta endurance della muscolatura del *core*, ma anche dai due fattori combinati assieme.

Analizzando in maniera più puntuale la disfunzione lombare presa da sola e non all'interno del modello, è emerso che coloro che riportano un punteggio ≥ 4 , hanno 2.32 volte in più il rischio di riportare un infortunio.

Tuttavia, come riportato dallo studio (58), la ODI è uno strumento sviluppato per verificare la disfunzione lombare nella popolazione generale, quindi uno strumento specifico per i giovani atleti avrebbe prodotto una stima più precisa di come la disfunzione lombare predisponga gli atleti ad infortuni.

Condurre uno studio di coorte prospettico è l'unico metodo possibile per quantificare la forza dell'associazione tra le caratteristiche dei giocatori prima della partecipazione alla *preseason* e alla *season* e il conseguente verificarsi di infortuni. Il rapporto causa-effetto tra queste caratteristiche e il verificarsi di un infortunio è tanto più forte quanto si riescano ad evitare nello studio dei *bias* sistematici, minimizzando il più possibile l'errore sistematico. (68) (69) Gli intervalli di confidenza ristretti delle stime *odds ratio* e *hazard ratio* fanno pensare che l'errore sistematico non abbia avuto grande influenza nel calcolo di queste stime.

Un limite di questo studio, come anche in quello del 2012, è che il modello predice il rischio di infortunio in generale per infortuni che vanno dalla colonna lombare al piede e non per tipi di infortuni specifici.

Non si sa in che modo quegli elementi predittori aumentino o diminuiscano il rischio per un atleta che possa riportare, per esempio, una *Muscle Injury* o una *lateral ankle sprain*. Una definizione così ampia di infortunio come qualsiasi *core* o *lower extremity strain* o *sprain* ha assicurato un numero relativamente elevato di infortuni, mentre una definizione più ristretta avrebbe potuto produrre stime meno affidabili delle associazioni di esito-esposizione. È chiaro che sarebbero stati necessari set molto più grandi di dati per generare

modelli affidabili di previsione degli infortuni per diversi gruppi di età e sesso, sport diversi e tipi specifici di infortuni.

Nonostante questo, l'aspetto interessante che emerge, rispetto all'obiettivo oggetto di studio della revisione, in accordo con lo studio del 2012 (57), è che sembrerebbe che la disfunzione lombare aumenti il rischio per gli atleti di riportare un infortunio, comprese anche le lesioni muscolari.

Il terzo e ultimo studio incluso nella revisione è stato scritto da Hides e colleghi nel 2014. (59) Anch'esso, come già preannunciato sopra, non indaga direttamente la correlazione tra *Low Back Pain* e *Muscle Injuries*, ma si pone l'obiettivo di esaminare attraverso uno studio di coorte, in che modo le caratteristiche anatomiche del muscolo multifido, intese come *cross sectional area* e spessore pre e post contrazione, possano essere un predittore di infortuni all'arto inferiore.

Il motivo principale per cui questo studio è stato incluso nella revisione è perché tra i dati iniziali registrati negli atleti, oltre alle misurazioni del multifido fatte con l'ecografia, vi è anche la storia di un recente *Low Back Pain*. Infatti, nei risultati, è emerso che in *preseason* coloro che riportavano un recente *Low Back Pain* avevano un aumento del 98% (*odds ratio* 1.98) nell'*odds ratio* di avere un infortunio all'arto inferiore e in *season* un aumento del 20% (*odds ratio* 1.20).

Se da un lato, come emerge dallo studio (59), la storia di un recente LBP (3 mesi) aumenta il rischio di incorrere in un infortunio all'arto inferiore, dall'altro, nonostante la sintomatologia del LBP non sia più presente, può persistere un'alterazione nella CSA del muscolo multifido (70) (71): ciò potrebbe giustificare un trattamento rivolto a ristabilire la funzione e la CSA di tale muscolo, al fine di diminuire il rischio di incorrere in un *lower limb injury*, in quanto, come si è visto anche nello studio di Hides del 2014, coloro che svolgevano un programma riabilitativo sul controllo motorio avevano meno rischio di incorrere in un infortunio all'arto inferiore.

Per quanto riguarda la tipologia di infortuni nei criteri di inclusione viene esplicitato che si considera come infortunio una condizione fisica legata all'allenamento o alla partita che ha impedito a un giocatore di completare o la sessione di allenamento o la partita, tuttavia non ne viene descritta in maniera puntuale la tipologia. Nei risultati, invece, viene riportato il numero di infortuni durante la *preseason* e durante la *season* e viene specificato sia per la *preseason* che per la *season* quanti infortuni si sono verificati al distretto anca-inguine-coscia, quanti al ginocchio e quanti al distretto tibia-piede-caviglia. Tuttavia non viene

descritta la tipologia di infortunio e in questo modo non si può sapere né se si sono verificate *Muscle Injuries* né quante.

Quindi l'unica conclusione che ne può derivare da questo studio è che i calciatori professionisti che riportano una storia di *Low Back Pain* nei 3 mesi precedenti, soprattutto prima della *preseason*, hanno un rischio aumentato di riportare lesioni all'arto inferiore, ma non si possono fare altre speculazioni in merito alla tipologia di infortunio.

Un limite dello studio è rappresentato dal fatto che è stato realizzato un modello di previsione di infortuni basandosi esclusivamente su misurazioni del muscolo multifido, registrate con l'ecografia, e su informazioni riguardanti dati demografici quali età, altezza, peso, posizione del giocatore, anni di gioco nella squadra, recente infortunio, recente *Low Back Pain*, gamba preferita di calciata, senza includere test di performance, test clinici, carico di allenamento e sintomi alla schiena.

Altra critica che si può fare in merito al rigore metodologico dello studio, è che la metodica scelta per rilevare CSA e spessore del multifido è rappresentata dall'ecografia, la quale è una metodica di *imaging* estremamente operatore dipendente e con una limitata applicabilità clinica. Oltre a ciò nello studio essa viene effettuata non da personale specializzato, ad esempio medico radiologo, ma solamente da fisioterapisti con esperienza nel campo dell'ecografia.

Ecco quindi che il valore complessivo dello studio deve essere ridimensionato e che l'unico spunto di riflessione, ai fini dello scopo della revisione, è che una recente disfunzione alla colonna lombare porti ad un aumento di rischio per il calciatore professionista di riportare infortuni all'arto inferiore, comprese anche le *Muscle Injuries*.

Ad oggi quindi, in base a quanto è emerso dalla letteratura, non si possono trarre conclusioni in merito alla correlazione tra LBP e MI, ma tutti e tre gli studi inclusi nella revisione sono d'accordo sul riscontrare che nei calciatori (sia collegiali che professionisti) una disfunzione della colonna lombare vada ad aumentare il rischio di incorrere in un infortunio all'arto inferiore in generale.

Una recente revisione (72) è andata a ricercare e sintetizzare la letteratura presente sul ruolo della *core stability* come fattore di rischio nello sviluppo di lesioni agli arti inferiori in una popolazione sportiva. Essa fornisce prove preliminari dell'associazione tra *core stability* compromessa e sviluppo di infortuni agli arti inferiori. In particolare sono stati identificati

come fattori di rischio deficit di forza, deficit di endurance, deficit nella propriocezione e deficit nel controllo neuromuscolare di tale muscolatura.

È interessante notare come in un qualche modo vi sia una correlazione tra anomalia a livello della muscolatura del *core* e verificarsi di infortuni all'arto inferiore, a conferma di quanto riportato degli studi di Wilkerson (57) (58) inclusi sia in questa revisione, sia nel presente elaborato di tesi.

Dal momento che i pazienti con LBP possono presentare deficit di controllo e coordinazione a carico dei muscoli che contribuiscono al mantenimento della stabilità della colonna vertebrale (*core*) (73) (74) (75), tale dato, in accordo con la revisione sopra citata (72) e con gli studi di Wilkerson (57) (58), può far pensare che una disfunzione alla colonna lombare possa portare ad una disfunzione alla *core stability* e che quindi vada ad aumentare il rischio di incorrere in un infortunio all'arto inferiore, probabilmente comprese le lesioni muscolari.

Il LBP inoltre può portare anche ad una alterazione della cinematica di movimento. Per quanto riguarda l'arto inferiore, vi è lo studio di Sheikhhoseini e collaboratori del 2018 (76) in cui viene messo in evidenza che un sottogruppo di atlete di pallavolo con LBP ha mostrato un'alterata cinematica degli arti inferiori durante un'attività di salto rispetto alle atlete senza LBP. Questo a testimonianza di come il LBP possa essere un fattore che incide nel come si muove un atleta e quindi predisporlo probabilmente ad infortuni.

Schuermans nel 2017 (77), attraverso uno studio caso-controllo, si configura come il primo studio che cerca di indagare l'esatto funzionamento della muscolatura del *core* durante l'*high-speed running* in relazione al rischio di lesioni agli *hamstring* nei giocatori di calcio maschile.

Ancora una volta si cerca di indagare la correlazione tra l'efficacia della muscolatura del *core* e l'arto inferiore.

È stato riscontrato che un controllo muscolare prossimale adeguato è essenziale durante lo sprint massimo per ridurre il rischio di lesione agli *hamstrings*. Infatti, durante lo sprint, una sufficiente attività della muscolatura del tronco e del gluteo sembra essere di particolare importanza durante le *airborne phases*, poiché il rischio di lesione agli *hamstrings* sembra diminuire quando questi muscoli sono attivati a una percentuale più alta durante entrambe le fasi del ciclo di corsa.

Ecco che, nuovamente, il LBP potrebbe, come detto sopra, alterare il controllo e l'efficacia di tale muscolatura e quindi predisporre probabilmente ad una lesione all'arto inferiore.

Dall'altra parte però, a testimonianza del dubbio legame tra zona lombare e arti inferiori, vi sono gli studi di Shield (78) e di Hori (79).

Schild (78), con il suo lavoro, mette in luce che, nonostante nello sport d'élite ci sia una diffusa accettazione che la stabilità lombo-pelvica sia un fattore di rischio importante e modificabile per una lesione agli *hamstrings*, vi sono solo modeste prove scientifiche per questa convinzione e mancano prove relative all'efficacia degli esercizi comunemente raccomandati.

Hori (79), nel 2019, è andato ad indagare, attraverso una revisione sistematica della letteratura, se gli individui con LBP presentano una ridotta flessibilità agli *hamstrings*: non è stato possibile stabilire se gli individui con LBP riportano un'alterata flessibilità e *stiffness* di tale muscolatura a causa della scarsa qualità delle prove per effettuare la meta-analisi.

Come sopra detto, vista l'assenza di studi in letteratura, non è possibile né provare né scartare l'ipotesi per cui esista una correlazione tra LBP e MI.

Tuttavia, dato gli studi sopra citati, è auspicabile che la ricerca futura elabori degli studi di coorte prospettici, al fine di individuare in che modo il LBP e gli *impairments* ad esso correlati possano rappresentare un fattore di rischio per lo sviluppo di MI.

Si dovrebbero seguire nel tempo due coorti: una prima coorte rappresentata dalla popolazione sportiva che presenta LBP, valutato sia clinicamente (ispezione, palpazione, test attivi, test provocativi (*springing*, trazione, compressione), test passivi) sia attraverso *Patient Reported Outcome Measure*, magari specifiche per la popolazione sportiva, come ad esempio l'ADI; e una seconda coorte rappresentata dalla popolazione sportiva che non presenta LBP. Successivamente si va a registrare il tasso di incidenza delle MI nelle due coorti a confronto.

Tale procedura dovrebbe essere fatta sia per le diverse tipologie di sport sia per il diverso livello sportivo (amatoriale/ professionistico).

LIMITI DELLA REVISIONE

- I processi di individuazione, selezione, valutazione e raccolta dati sono stati effettuati da un solo autore con intervento di un secondo solo in caso di bisogno, a differenza di quanto viene raccomandato dal PRISMA (51), il quale prevede l'intervento di almeno 2 revisori
- La ricerca è stata limitata solo ad alcuni database e ad un motore di ricerca
- Assenza di studi in letteratura che vanno ad indagare direttamente la correlazione tra *Low Back Pain* e *Muscle Injuries*
- Ad oggi la classificazione e la terminologia riguardante le lesioni muscolari non è unica e condivisa: ciò può rappresentare un limite per il reperimento degli studi
- Sono stati presi in considerazione solamente studi in lingua inglese e italiana.
- Si rende noto che non è stato registrato alcun protocollo per l'effettuazione di questo studio

CONCLUSIONI

In questo elaborato di tesi, attraverso una revisione della letteratura si è cercato di indagare se il *Low Back Pain* rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di *Muscle Injuries*.

Alla luce dei risultati emersi, ad oggi non si possono trarre delle conclusioni su questo argomento. Ciò è dovuto principalmente all'assenza di studi che vadano ad indagare in maniera diretta se gli atleti che presentano *Low Back Pain*, sono più predisposti ad avere lesioni muscolari.

L'unico aspetto degno di nota, emerso dagli studi inclusi nella revisione, è che l'avere una disfunzione a livello lombare aumenta il rischio di infortunio a livello dell'arto inferiore per i calciatori sia collegiali sia professionisti. Tuttavia ciò non può essere generalizzato a tipi specifici di infortunio, in quanto i disegni di studio includevano in generale infortuni all'arto inferiore e più precisamente due studi includevano *core* o *lower extremity sprain* o *strain*, mentre l'altro *lower limb injuries*.

Concludendo si può confermare che non è stato possibile raggiungere l'obiettivo previsto dalla tesi e che sono necessari ulteriori studi, meglio se studi di coorte prospettici, che vadano ad indagare se gli atleti che soffrono di *Low Back Pain*, riportano un maggior numero di lesioni muscolari.

KEY POINTS

- Assenza di studi in letteratura che vanno ad indagare in maniera diretta la correlazione tra *Low Back Pain* e *Muscle Injuries*
- Gli studi inclusi sono d'accordo nell'indicare che il *Low Back Pain* aumenta il rischio di infortunio all'arto inferiore in calciatori collegiali e professionisti
- Non si può né confermare né smentire il fatto che il *Low Back Pain* rappresenti un fattore di rischio per l'insorgenza di *Muscle Injuries*

BIBLIOGRAFIA

1. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011 Jun;39(6):1226–32.
2. Vidoni A, Gillett M, Botchu R, James S. Lower limb muscle injuries: The good, the bad and the ugly. *Eur J Radiol.* 2018 Jul;104:101–7.
3. Woods C, Hawkins R, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2004 Feb 1;38(1):36–41.
4. Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997–2000. *Br J Sports Med.* 2002 Feb 1;36(1):39–44.
5. Hamilton B, Valle X, Rodas G, Til L, Grive RP, Rincon JAG, et al. Classification and grading of muscle injuries: a narrative review. *Br J Sports Med.* 2015 Mar;49(5):306.
6. Comin J, Malliaras P, Baquie P, Barbour T, Connell D. Return to competitive play after hamstring injuries involving disruption of the central tendon. *Am J Sports Med.* 2013 Jan;41(1):111–5.
7. Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, Lee JC, English B, Hägglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):112–7.
8. Schut L, Wangensteen A, Maaskant J, Tol JL, Bahr R, Moen M. Can Clinical Evaluation Predict Return to Sport after Acute Hamstring Injuries? A Systematic Review. *Sports Med Auckl NZ.* 2017 Jun;47(6):1123–44.
9. Jacobsen P, Witvrouw E, Muxart P, Tol JL, Whiteley R. A combination of initial and follow-up physiotherapist examination predicts physician-determined time to return to play after hamstring injury, with no added value of MRI. *Br J Sports Med.* 2016 Apr 1;50(7):431–9.
10. Wangensteen A, Almusa E, Boukarroum S, Farooq A, Hamilton B, Whiteley R, et al. MRI does not add value over and above patient history and clinical examination in predicting time to return to sport after acute hamstring injuries: a prospective cohort of 180 male athletes. *Br J Sports Med.* 2015 Dec;49(24):1579–87.
11. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, Hamilton B, Garrett WE, Pruna R, et al. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. *Sports Med Auckl NZ.* 2017

- Jul;47(7):1241–53.
12. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013 Apr;47(6):342–50.
 13. Hamilton B, Alonso J-M, Best TM. Time for a paradigm shift in the classification of muscle injuries. *J Sport Health Sci.* 2017 Sep;6(3):255–61.
 14. Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *Br J Sports Med.* 2013 Aug;47(12):769–74.
 15. Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *Br J Sports Med.* 2014 Sep;48(18):1347–51.
 16. Pollock N, Patel A, Chakraverty J, Suokas A, James SLJ, Chakraverty R. Time to return to full training is delayed and recurrence rate is higher in intratendinous ('c') acute hamstring injury in elite track and field athletes: clinical application of the British Athletics Muscle Injury Classification. *Br J Sports Med.* 2016 Mar;50(5):305–10.
 17. Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* 2012 Nov;20(11):2356–62.
 18. 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.
 19. Cohen SB, Towers JD, Zoga A, Irrgang JJ, Makda J, Deluca PF, et al. Hamstring injuries in professional football players: magnetic resonance imaging correlation with return to play. *Sports Health.* 2011 Sep;3(5):423–30.
 20. Ahmad CS, Redler LH, Ciccotti MG, Maffulli N, Longo UG, Bradley J. Evaluation and Management of Hamstring Injuries. *Am J Sports Med.* 2013 Dec;41(12):2933–47.
 21. 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.
 22. Zeren B, Oztekin HH. A New Self-diagnostic Test for Biceps Femoris Muscle Strains: *Clin J Sport Med.* 2006 Mar;16(2):166–9.
 23. Freckleton G, 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.
24. Blankenbaker D, Tuite M. Temporal Changes of Muscle Injury. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2010 Jun;14(02):176–93.
 25. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013 Apr 1;47(6):351–8.
 26. Ingham SJM, Ramos LA, Abdalla RJ, Stilhano RS, de Carvalho RT. Epidemiology and Clinical Features of Muscle Injuries. In: Roger B, Guermazi A, Skaf A, editors. *Muscle Injuries in Sport Athletes* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2017 [cited 2020 Mar 9]. p. 59–66. (Sports and Traumatology). Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-43344-8_4
 27. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med.* 2004 Feb;32(1 Suppl):5S-16S.
 28. Bradley PS, Portas MD. The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *J Strength Cond Res.* 2007 Nov;21(4):1155–9.
 29. Croisier J-L, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J-M. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2008 Aug;36(8):1469–75.
 30. Emery CA, Meeuwisse WH. Risk factors for groin injuries in hockey. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Sep;33(9):1423–33.
 31. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2010 Jun;38(6):1147–53.
 32. Gabbe B, Finch C, Bennell K, Wajswelner H. Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *Br J Sports Med.* 2005 Feb;39(2):106–10.
 33. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *J Sci Med Sport.* 2006 May;9(1–2):103–9.
 34. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med.* 2006 Jul 6;40(9):767–72.
 35. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *Am J Sports Med.* 2013

- Feb;41(2):327–35.
36. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 1997 Feb;25(1):81–5.
 37. Orchard JW. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *Am J Sports Med.* 2001 Jun;29(3):300–3.
 38. Sugiura Y, Saito T, Sakuraba K, Sakuma K, Suzuki E. Strength deficits identified with concentric action of the hip extensors and eccentric action of the hamstrings predispose to hamstring injury in elite sprinters. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008 Aug;38(8):457–64.
 39. Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, McHugh MP. The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med.* 2001 Apr;29(2):124–8.
 40. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med.* 2003 Feb;31(1):41–6.
 41. Yeung SS, Suen AMY, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med.* 2009 Aug 1;43(8):589–94.
 42. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med.* 1998 Apr;26(2):231–7.
 43. Haddas R, Sawyer SF, Sizer PS, Brooks T, Chyu M-C, James CR. Effects of Volitional Spine Stabilization and Lower-Extremity Fatigue on the Knee and Ankle During Landing Performance in a Population With Recurrent Low Back Pain. *J Sport Rehabil.* 2017 Sep;26(5):329–38.
 44. Ong A. A pilot study of the prevalence of lumbar disc degeneration in elite athletes with lower back pain at the Sydney 2000 Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2003 Jun 1;37(3):263–6.
 45. Beith ID, Kemp A, Kenyon J, Prout M, Chestnut TJ. Identifying neuropathic back and leg pain: a cross-sectional study. *Pain.* 2011 Jul;152(7):1511–6.
 46. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet Lond Engl.* 1999 Aug 14;354(9178):581–5.
 47. Wong TKT, Lee RYW. Effects of low back pain on the relationship between the

- movements of the lumbar spine and hip. *Hum Mov Sci.* 2004 Jun;23(1):21–34.
48. Orchard JW. Lumbar spine region pathology and hamstring and calf injuries in athletes: is there a connection? *Br J Sports Med.* 2004 Aug 1;38(4):502–4.
 49. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, Fon GT, Spriggins AJ. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med.* 2001 Dec 1;35(6):435–9.
 50. Moola S, Munn Z, Sears K, Sfetcu R, Currie M, Lisy K, et al. Conducting systematic reviews of association (etiology): The Joanna Briggs Institute’s approach. *Int J Evid Based Healthc.* 2015 Sep;13(3):163–9.
 51. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Linee guida per il reporting di revisioni sistematiche e meta-analisi: il PRISMA Statement. OPEN ACCESS. 2015;7(6):8.
 52. Haddas R, James CR, Hooper TL. Lower extremity fatigue, sex, and landing performance in a population with recurrent low back pain. *J Athl Train.* 2015 Apr;50(4):378–84.
 53. Bedard RJ, Kim K-M, Grindstaff TL, Hart JM. Increased active hamstring stiffness after exercise in women with a history of low back pain. *J Sport Rehabil.* 2013 Feb;22(1):47–52.
 54. Nadler SF, Malanga GA, DePrince M, Stitik TP, Feinberg JH. The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2000 Apr;10(2):89–97.
 55. Leung FT, Mendis MD, Stanton WR, Hides JA. The relationship between the piriformis muscle, low back pain, lower limb injuries and motor control training among elite football players. *J Sci Med Sport.* 2015 Jul;18(4):407–11.
 56. Ottawa Hospital Research Institute [Internet]. [cited 2020 Apr 22]. Available from: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
 57. Wilkerson GB, Giles JL, Seibel DK. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. *J Athl Train.* 2012 Jun;47(3):264–72.
 58. Wilkerson GB, Colston MA. A Refined Prediction Model for Core and Lower Extremity Sprains and Strains Among Collegiate Football Players. *J Athl Train.* 2015 Jun;50(6):643–50.
 59. Hides JA, Stanton WR, Mendis MD, Franettovich Smith MM, Sexton MJ. Small Multifidus Muscle Size Predicts Football Injuries. *Orthop J Sports Med.* 2014

Jun;2(6):2325967114537588.

60. Fritz JM, Irrgang JJ. A comparison of a modified Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire and the Quebec Back Pain Disability Scale. *Phys Ther*. 2001 Feb;81(2):776–88.
61. Monticone M, Baiardi P, Ferrari S, Foti C, Mugnai R, Pillastrini P, et al. Development of the Italian version of the Oswestry Disability Index (ODI-I): A cross-cultural adaptation, reliability, and validity study. *Spine*. 2009 Sep 1;34(19):2090–5.
62. Roland M, Morris R. A study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine*. 1983 Mar;8(2):141–4.
63. Roland M, Morris R. A study of the natural history of low-back pain. Part II: development of guidelines for trials of treatment in primary care. *Spine*. 1983 Mar;8(2):145–50.
64. Zamani E, Kordi R, Nourian R, Noorian N, Memari AH, Shariati M. Low Back Pain Functional Disability in Athletes; Conceptualization and Initial Development of a Questionnaire. *Asian J Sports Med [Internet]*. 2014 Dec [cited 2020 Apr 18];5(4). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4335478/>
65. Vela LI, Haladay DE, Denegar C. Clinical assessment of low-back-pain treatment outcomes in athletes. *J Sport Rehabil*. 2011 Feb;20(1):74–88.
66. d’Hemecourt PA, Zurakowski D, d’Hemecourt CA, Curtis C, Ugrinow V, Deriu L, et al. Validation of a new instrument for evaluating low back pain in the young athlete. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 2012 May;22(3):244–8.
67. Noormohammadpour P, Hosseini Khezri A, Farahbakhsh F, Mansournia MA, Smuck M, Kordi R. Reliability and Validity of Athletes Disability Index Questionnaire: *Clin J Sport Med*. 2018 Mar;28(2):159–67.
68. Meeuwisse W. Athletic Injury Etiology: Distinguishing Between Interaction and Confounding. *Clin J Sport Med*. 1994 Jul;4(3):171–5.
69. Meeuwisse W. Assessing Causation in Sport Injury: A Multifactorial Model. *Clin J Sport Med*. 1994 Jul;4(3):166–170.
70. Hides JA, Stokes MJ, Saide M, Jull GA, Cooper DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine*. 1994 Jan 15;19(2):165–72.
71. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after

- resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*. 1996 Dec 1;21(23):2763–9.
72. De Blaiser C, Roosen P, Willems T, Danneels L, Bossche LV, De Ridder R. Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Phys Ther Sport*. 2018 Mar;30:48–56.
73. Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord*. 1998 Feb;11(1):46–56.
74. Hodges PW, Richardson CA. Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*. 1997 Nov;40(11):1220–30.
75. Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine*. 2002 Jan 15;27(2):E29-36.
76. Sheikhhoseini R, Alizadeh M, Salavati M, O’Sullivan K, Shirzad E, Movahed M. Altered Lower Limb Kinematics during Jumping among Athletes with Persistent Low Back Pain. *Ann Appl Sport Sci*. 2018 Jul 1;6(2):23–30.
77. Schuermans J, Danneels L, Van Tiggelen D, Palmans T, Witvrouw E. Proximal Neuromuscular Control Protects Against Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Prospective Study With Electromyography Time-Series Analysis During Maximal Sprinting. *Am J Sports Med*. 2017 May;45(6):1315–25.
78. Shield AJ, Bourne MN. Hamstring Injury Prevention Practices in Elite Sport: Evidence for Eccentric Strength vs. Lumbo-Pelvic Training. *Sports Med*. 2018 Mar;48(3):513–24.
79. Hori M, Hasegawa H, Takasaki H. Comparisons of hamstring flexibility between individuals with and without low back pain: systematic review with meta-analysis. *Physiother Theory Pract*. 2019 Jul 18;1–24.

ELENCO FIGURE

1. Figura 1: tratta da “*Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med 2013;47:342– 50*”
2. Figura 2: tratta da “*Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med 2013;47:342– 50*”
3. Figura 3: tratta da “*Patel A, Chakraverty J, Pollock N, Chakraverty R, Suokas AK, James SL. British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. Clin Radiol. 2015 Dec; 70(12): 1414–1420. Published online 2015 Sep 15. doi: 10.1016/j.crad.2015.08.009*”
4. Figura 4: tratta da “*Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. Sports Med. 2017;47(7):1241–1253. doi:10.1007/s40279-016-0647-1*”
5. Figura 5: tratta da “*Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012;20(11):2356–2362. doi:10.1007/s00167-012-2118-z*”
6. Figura 6: tratta da “*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*”.

ELENCO TABELLE

1. Tabella 1: Principali fattori di rischio delle *Muscle Injuries*
2. Tabella 2: Parole chiave e corrispondenti sinonimi utilizzati nelle stringhe di ricerca
3. Tabella 3: Stringhe di ricerca per la banca dati *Medline*
4. Tabella 4: Stringhe di ricerca per la banca dati *PEDro*
5. Tabella 5: Stringhe di ricerca per il motore di ricerca *Google Scholar*
6. Tabella 6: Records prodotti dalla banca dati *Medline*
7. Tabella 7: Records prodotti dalla banca dati *PEDro*
8. Tabella 8: Records prodotti dal motore di ricerca *Google Scholar*
9. Tabella 9: Records totali prodotti dalle stringhe di ricerca
10. Tabella 10: Articoli esclusi dopo la lettura del full text
11. Tabella 11: Sinossi delle principali caratteristiche degli studi inclusi

12. Tabella 12: Analisi reporting degli studi inclusi nella revisione attraverso lo STROBE-STATEMENT
13. Tabella 13: Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale
14. Tabella 14: *Critical Appraisal* degli studi inclusi nella revisione attraverso la NOS