



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. 2020/2021

Campus Universitario di Savona

Lesioni muscolari del quadricipite femorale. Revisione della letteratura.

Candidato:

Dott. FT Alessandro Magarotto

Relatore:

Dott. FT OMPT Marco Imperiale

Indice

Abstract	1
1. Introduzione	3
2. Materiali e metodi	5
3. Risultati	9
4. Discussione	26
5. Limiti dello studio	47
6. Conclusioni	48
Appendice	50
Bibliografia	52

ABSTRACT

Introduzione

Le lesioni muscolari sono infortuni frequenti fra gli atleti e rappresentano una delle principali cause di perdita di allenamenti e competizioni. Interessano frequentemente la muscolatura degli arti inferiori, in particolare hamstrings, quadricipite e tricipite surale negli sport che richiedono ricorrenti calci, sprint e cambi di direzione. Le lesioni muscolari nel calcio rappresentano circa un terzo degli infortuni ma sono frequenti anche in altri sport, tuttavia sono scarsamente descritte in letteratura rispetto alle lesioni a carico degli hamstrings, motivo per cui spesso è necessario adattare al quadricipite e al retto femorale le evidenze disponibili.

Il trattamento ha come fine il Return to Sport (RTS) dell'atleta riportandolo al livello pre-lesione nel più breve tempo possibile, prestando particolare attenzione alle frequenti recidive che si verificano in seguito a questo tipo di infortunio.

Obiettivo

Obiettivo di questa revisione è indagare lo stato della letteratura attuale riguardante le lesioni muscolari del quadricipite femorale e, in particolare, del retto femorale in vari sport approfondendone epidemiologia, meccanismo lesionale, valutazione della lesione e proposte terapeutiche.

Metodi

Le ricerche sono state effettuate interrogando 3 database (MEDLINE, PEDro, Cochrane Library) senza applicare limiti temporali. L'ultima ricerca è stata effettuata a Febbraio 2021 e ha prodotto 1117 risultati; sono stati utilizzati trials clinici, studi di coorte, studi epidemiologici prospettici o retrospettivi, caso-controllo, studi trasversali, revisioni e metanalisi.

Risultati

In seguito all'applicazione dei criteri di inclusione ed esclusione sono stati selezionati 15 articoli su cui è stato basato questo lavoro; gli studi presi in esame riguardano tutti una popolazione sportiva prevalentemente di giovani calciatori maschi, anche se sono disponibili dati relativi ad altri sport e al sesso femminile. Al fine di rendere possibile un confronto, i dati e le informazioni estratte dai singoli studi sono state organizzate in specifiche tabelle contenenti informazioni sulle caratteristiche della popolazione e dell'infortunio, la valutazione della lesione e il RTS; sono state inoltre raccolte informazioni relative alle proposte terapeutiche ad oggi proposte in letteratura.

Conclusioni

Dall'analisi della letteratura sono emersi dati che possono aiutarci nella gestione degli infortuni muscolari al quadricipite femorale, nonostante ad oggi siano ancora presenti alcune tematiche

scarsamente prese in esame o i cui risultati si mostrano essere contraddittori. È emerso che gli infortuni muscolari del quadricipite femorale avvengono maggiormente in assenza di contatto, nelle donne rispetto agli uomini, nelle partite rispetto che in allenamento e nella pre-season rispetto a durante la stagione interessando più frequentemente il retto femorale rispetto ai vasti. Anamnesi ed esame fisico sono sufficienti nella maggior parte dei casi per individuare una lesione muscolare del quadricipite femorale, le indagini diagnostiche sono riservate ad atleti d'élite o a casi particolari. Il trattamento prevede la gestione della fase acuta e in seguito progressiva fisioterapia per il recupero degli impairments; non ci sono criteri univoci per il RTS, motivo per cui risulta difficile prevedere le tempistiche di assenza dall'attività sportiva. Le recidive sono frequenti e possono arrivare fino al 30% degli infortuni, motivo per cui un adeguato trattamento dell'infortunio e la prevenzione delle recidive risulta di fondamentale importanza.

1. INTRODUZIONE

Le lesioni muscolari sono infortuni comuni durante le attività sportive e sono una delle principali cause di perdita di allenamenti e competizioni, andando quindi ad inficiare prestazioni e risultati dell'atleta e del team^{1,2}.

In letteratura sono presenti molti studi riguardanti le lesioni muscolari agli hamstrings, oggetto di questa revisione sarà invece approfondire le lesioni muscolari del quadricipite femorale nella letteratura attuale.

Cenni di anatomia

Il quadricipite femorale (QF) è formato da 4 capi: vasto mediale (VM), vasto laterale (VL), vasto intermedio (VI) e retto femorale (RF)³.

I vasti sono monoarticolari, originano dalla faccia anteriore, mediale e laterale del femore e hanno la funzione di estendere il ginocchio^{4,5}.

Il retto femorale si trova anteriormente rispetto al VI, è biarticolare e i 3 tendini prossimali (diretto, indiretto e riflesso) originano dalla spina iliaca anteriore inferiore, dal bordo supero-laterale dell'acetabolo e dalla porzione anteriore della capsula dell'anca; ha la duplice funzione di estendere il ginocchio e di flettere l'anca. I 4 capi convergono distalmente a formare il tendine quadricipitale che si inserisce nel polo superiore della rotula, il tendine patellare si va ad inserire distalmente sulla tuberosità tibiale tramite il tendine rotuleo^{3,5}.

Lesioni muscolari

I muscoli dell'arto inferiore più comunemente interessati sono hamstrings, quadricipite femorale e tricipite surale; quasi la metà di tutte le lesioni muscolari avviene nella coscia interessando maggiormente gli hamstrings rispetto al quadricipite^{6,7}.

Sono una tipologia comune di infortunio fra gli atleti d'élite che si verifica più frequentemente negli sport che richiedono ricorrenti calci, sprint e cambi di direzione^{3,7}. I calciatori professionisti sono considerati "atleti a rischio" per via del notevole rischio di infortunio, 1000 volte superiore rispetto ai lavoratori del settore industriale che vengono già essi considerati ad alto rischio^{6,8}.

Nel calcio rappresentano circa un terzo degli infortuni (31%) che portano a una perdita di tempo di gioco e di partite, dal 22% al 46% di quelli che si verificano nel football americano, il 17,7% nel basket e il 10,4% nel rugby^{1,8}.

I principali fattori di rischio sono aver avuto un precedente infortunio muscolare, bassa statura e peso elevato dell'atleta e le condizioni del campo³.

Possono essere causate da traumi diretti o da traumi indiretti, con questi ultimi che sono i più comuni nell'arto inferiore e sono dovuti a movimenti improvvisi che richiedono un'importante contrazione muscolare eccentrica al retto femorale, come uno scatto o calciare^{3,7}. Si verificano più comunemente

nella gamba dominante e nei muscoli biarticolari che hanno un'alta percentuale di fibre di tipo 2 e che sono soggetti a contrazione eccentrica; questi hanno un rischio maggiore di lesioni^{1,3,7}. Nel quadricipite il retto femorale è il più frequentemente interessato, la cui giunzione miotendinea distale è la sede principale di lesione^{1,3}.

Nel momento in cui si verifica la lesione il giocatore avverte una sensazione di strappo che lo porta a sospendere l'attività sportiva, seguita da una graduale insorgenza di dolore durante le attività sport-specifiche (corsa e calcio)³. È necessaria un'accurata valutazione, iniziando con il raccogliere informazioni tramite l'anamnesi prima di condurre l'esame fisico: questi devono essere affiancati da un buon ragionamento clinico che sarà il nostro "elemento guida"⁵. Storicamente l'imaging veniva considerato utile per valutare la dimensione del danno, quantificandolo con risonanza magnetica (gold standard) o ecografia⁵; sappiamo però che non sempre le lesioni sono riscontrabili con gli esami strumentali, come nel caso di lesioni funzionali⁹.

Il trattamento solitamente è conservativo, la chirurgia è indicata solo in alcuni casi; poiché sono un gruppo eterogeneo che include lesioni di tipi, posizioni, gravità e dimensioni differenti, descritte utilizzando terminologie e classificazioni variegata e differenti, non è semplice pronunciarsi a riguardo delle tempistiche di guarigione e di Return To Sport (RTS)^{8,10}. Occorre valutare attentamente il momento del RTS a causa dell'alto tasso di recidiva dopo il ritorno alla pratica sportiva¹¹.

Obiettivo della tesi

In letteratura, probabilmente per via della loro frequenza, sono presenti molti studi riguardanti lesioni muscolari agli hamstrings nei calciatori e meno per le lesioni del quadricipite femorale; a causa della carenza di evidenze disponibili spesso è necessario adattare tali studi agli altri muscoli e sport.

Questa revisione ha come oggetto approfondire la letteratura attuale riguardante le lesioni del quadricipite femorale e, in particolare, del retto femorale in vari sport indagandone epidemiologia, meccanismo lesionale, valutazione della lesione e proposte terapeutiche.

2. MATERIALI E METODI

Questa revisione della letteratura è stata redatta in accordo linee guida PRISMA (<http://prisma-statement.org/>).

Gli studi sono stati ricercati nelle seguenti banche dati online:

- MEDLINE (PubMed)
- Physiotherapy Evidence Database (PEDro)
- Cochrane Library

L'obiettivo della ricerca è quello di indagare lo stato della letteratura attuale riguardante pazienti sportivi che hanno avuto una lesione muscolare al quadricipite femorale o al retto femorale, approfondendone epidemiologia, meccanismo lesionale, metodi di valutazione della lesione e proposte terapeutiche.

Per la formulazione del quesito clinico è stato utilizzato il modello PICO, modificato in PIO a causa dell'assenza di un confronto da eseguire; si indagano differenti interventi e l'outcome.

P	<i>Population</i>	Sportivi con lesione muscolare al quadricipite femorale o al retto femorale
I	<i>Intervention</i>	Epidemiologia Valutazione della lesione Proposte terapeutiche
C	<i>Comparison</i>	/
O	<i>Outcome</i>	Ritorno all'attività sportiva

MEDLINE

Al fine di creare una stringa di ricerca che potesse individuare quanti più articoli possibili sono stati individuati dei termini chiave da utilizzare, presentati nella seguente tabella.

P	#1: Attività sportiva	Football [MeSH], Footballs, Rugby, Rugbies, "Football player" Soccer [MeSH], Soccers, "Soccer player" Athletes [MeSH], Athlete Sports [MeSH], Sport, Athletics, Athletic Baseball [MeSH], Softball, Softballs, Baseballs, "Baseball player" Basketball [MeSH], Basketballs, Netballs, Netball, "Basketball player" Bicycling [MeSH] Boxing [MeSH], Boxings Golf [MeSH], Golfs, "golf player" Gymnastics [MeSH], Calisthenics Hockey [MeSH], Hockeys, "Ice Hockey", "Ice Hockeys", "hockey player" "Martial Arts" [MeSH], Judo, Karate Mountaineering [MeSH], Mountaineerings "Racquet Sports" [MeSH], "Racket Sports", "Racket Sport", Squash, Racketball, "Racket Ball" Tennis [MeSH], "Tennis player" Running [MeSH], Runnings Jogging [MeSH], Joggings Skating [MeSH], Skatings, Skateboarding, Skateboardings, "Ice Skating", "Ice Skatings" "Snow Sports" [MeSH], "Snow Sport" Skiing [MeSH], "Snow Skiing", "Snow Skiings", Snowboarding Volleyball [MeSH], "Volleyball player" "Water Sports" [MeSH], "Water Sport", "Wave Surfing", Surfboarding, "Water Skiing" "Weight Lifting" [MeSH], "Weight Liftings"
	#2: Zona interessata	"Quadriceps Muscle" [MeSH], "Quadriceps Muscles", "Quadriceps Femoris", "Rectus Femoris"
	#3: Tipologia di lesione	"Sprains and Strains" [MeSH], "Strains and Sprains", Sprains, Sprain, Strains, Strain "Cumulative Trauma Disorders" [MeSH], "Repetition Strain Injuries", "Strain Injuries", "Strain Injury", "Repetition Strain Injury", "Overuse Injury", "Overuse Injuries", "Repetitive Strain Injury", "Repetitive Strain Injuries", "Repetitive Stress Injury", "Repetitive Stress Injuries" "Wounds and Injuries" [MeSH], Trauma, Traumas Lacerations [MeSH], Laceration Contusions [MeSH], Contusion "Athletic Injuries" [MeSH], "Sports Injury", "Sports Injuries", "Athletic Injury" "muscle injury"

I	#4: Epidemiologia	Epidemiology [MeSH], frequency, occurrence, prevalence, incidence Incidence [MeSH], Incidences "Risk Factors" [MeSH], "Risk Factor", "Population at Risk", "Populations at Risk" Onset
	#5: Valutazione della lesione	Anamnesis "Physical Examination" [MeSH], "Physical Examinations", "Physical Exam", "Physical Exams", "Physical Examinations and Diagnoses" "Range of Motion" [MeSH], "Joint Range of Motion", "Range of Motion", "Passive Range of Motion", Flexibility "strength test" "Diagnostic Imaging" [MeSH], Imaging, "Medical Imaging" Ultrasonics [MeSH], Ultrasonic Ultrasonography [MeSH], "Diagnostic Ultrasound", "Diagnostic Ultrasounds", "Ultrasound Imaging", "Ultrasonic Imaging", Echography, "Ultrasonic Diagnoses", "Ultrasonic Diagnosis" "Magnetic Resonance Imaging" [MeSH], "MRI Scans", "MRI Scan", "Functional MRI", "Functional MRIs", "Functional Magnetic Resonance Imaging"
	#6: Proposte terapeutiche	"Conservative Treatment" [MeSH], "Conservative Treatments", "Conservative Management", "Conservative Managements", "Conservative Therapy", "Conservative Therapies" Rehabilitation [MeSH] "Physical Therapy Modalities" [MeSH], "Physical Therapy Modality", Physiotherapy, Physiotherapies, "Physical Therapy Techniques", "Physical Therapy Technique" "Exercise Therapy" [MeSH], Exercises, Exercise, "Exercise Therapies", "Rehabilitation Exercise", "Rehabilitation Exercises" "Muscle Stretching Exercises" [MeSH], "Muscle Stretching Exercise", "Static Stretching", "Passive Stretching", Stretching, "Static-Passive Stretching", "Static Passive Stretching", "Isometric Stretching", "Active Stretching", "Static-Active Stretching", "Static Active Stretching", "Ballistic Stretching", "Dynamic Stretching" Exercise [MeSH], Exercises, "Physical Activity", "Physical Activities", "Physical Exercise", "Physical Exercises", "Isometric Exercises", "Isometric Exercise", "Aerobic Exercise", "Aerobic Exercises", "Exercise Training", "Exercise Trainings", "Eccentric exercise", "Isometric exercise", "Concentric exercise" "preventive strategies", "injury prevention" Prognosis [MeSH], Prognoses, "Prognostic Factors", "Prognostic Factor" "Laser Therapy" [MeSH], "Laser Therapies" Ultrasonics [MeSH], Ultrasonic "Extracorporeal Shockwave Therapy" [MeSH], "Extracorporeal Shockwave Therapies", "Shockwave Therapy", "Shock Wave Therapy" Diathermy [MeSH], Diathermies, Thermotherapy, Hyperthermia Cryotherapy [MeSH], Cryotherapies, "Cold Therapies", "Cold Therapy" Bandages [MeSH], Bandage "Athletic Tape" [MeSH], "Kinesio Tape", Kinesiotape
O	#7: Ritorno all'attività sportiva	"Return to Sport" [MeSH], "Return to Sports", "Return to Play", "Return to Sporting Activities"

La stringa di ricerca è stata costruita usando termini MeSH e parole libere combinati tra loro con gli operatori booleani AND e OR, al fine di rispondere al quesito “popolazione di sportivi con lesione muscolare al quadricipite/retto femorale + epidemiologia o valutazione della lesione o proposte terapeutiche o misure di outcome”. I termini appartenenti alla stessa casella della tabella precedente sono stati combinati utilizzando l'operatore OR ottenendo delle sottostringhe da inserire in quella seguente:

((stringa #1) AND (stringa #2 AND stringa #3) AND (stringa #4 OR stringa #5 OR stringa #6 OR stringa #7)) NOT (Anterior Cruciate Ligament)

L'operatore NOT è stato utilizzato per escludere dai risultati della ricerca gli studi riguardanti il legamento crociato anteriore, poiché ampiamente presenti tra i risultati.

La stringa di ricerca risultante (vedi appendice) ha prodotto 537 risultati in data 09/10/2020; l'ultima ricerca effettuata in data 08/02/2021 ha prodotto 554 risultati.

PEDro

Questo database non permette di effettuare ricerche con stringhe complesse; è stata effettuata una ricerca semplice utilizzando i termini chiave riguardanti “quadricipite/retto femorale” e “lesione muscolare” utilizzati nella costruzione della stringa di MEDLINE. I termini chiave sono stati combinati

2 a 2 utilizzando l'operatore booleano AND, come mostrato nella tabella seguente. L'utilizzo del segno “*” ha permesso di ridurre il numero di ricerche svolte evitando la perdita di risultati.

Quadricep* Rectus femoris	AND	Strain* Sprain* Overuse Stress Injur* Trauma* Laceration* Contusion*
------------------------------	-----	--

Le 14 stringhe risultanti hanno prodotto in totale 43 risultati, il risultato non è variato nell'ultima ricerca effettuata.

Cochrane Library

È stata effettuata una ricerca utilizzando la funzione “advanced search” utilizzando gli stessi termini e la stessa strategia adottata per la ricerca in PEDro; la ricerca è stata eseguita in “All Text” utilizzando l'operatore booleano AND.

Alla prima ricerca (09/10/2020) sono stati ottenuti 481 risultati; l'ultima ricerca (08/02/2021) ha prodotto complessivamente 520 risultati.

Criteri di inclusione e esclusione.

Criteri di inclusione:

- Lingua inglese o italiana
- Full text disponibile
- Studi effettuati su persone
- Nessun limite temporale di pubblicazione degli articoli
- Titolo o Abstract dell'articolo devono fare riferimento all'argomento oggetto della revisione
- Lesione localizzata in ventre muscolare o giunzione miotendinea
- Qualsiasi sport praticato, anche se addizionale ai termini chiave proposti
- Qualsiasi trattamento effettuato, anche se addizionale ai termini chiave proposti
- Qualsiasi età dello sportivo, non sono inserite limitazioni

Criteri di esclusione:

- Lingua diversa da inglese o italiano
- Full text non raggiungibile
- Studi effettuati su animali
- Sono stati esclusi tutti gli studi che in Titolo o Abstract non facevano riferimento all'argomento “lesioni muscolari del quadricipite o del retto femorale”
- Escluse lesioni tendinee/tendinopatie
- Avulsioni tendinee

- Presenza di un altro infortunio in concomitanza alla lesione muscolare
- Studi che utilizzano una popolazione di soggetti non sportivi o infortunio non legato alla pratica dell'attività sportiva
- Lesione muscolare trattata chirurgicamente

Selezione degli studi

Da una prima lettura di titolo e abstract sono stati scartati gli articoli che non facevano riferimento ai termini chiave utilizzati nella stringa di ricerca; gli articoli che rispondevano a questo requisito sono stati letti integralmente verificando che rispondessero ai criteri di inclusione ed esclusione e che fossero coerenti con gli obiettivi prefissati.

Al fine di individuare eventuali studi includibili in questa revisione e non individuati dalle stringhe di ricerca prodotte, sono stati analizzati bibliografia degli studi inclusi e gli studi suggeriti dalla funzione "similar articles"; infine sono stati eliminati i duplicati.

Tutti i precedenti passaggi sono stati svolti manualmente, le informazioni estratte sono state inserite in tabelle.

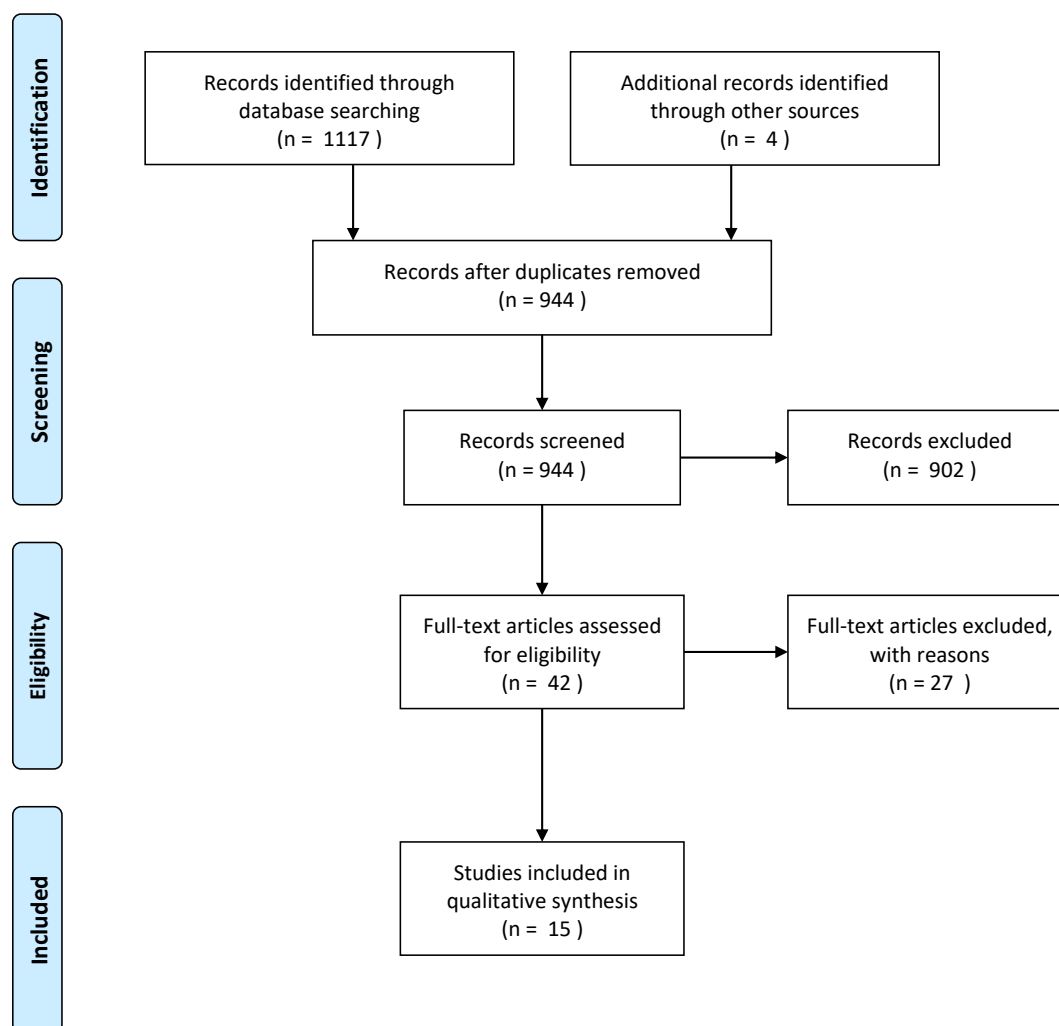
Tipologie di studi inclusi: trials clinici, studi di coorte, studi epidemiologici prospettici o retrospettivi, caso-controllo, studi trasversali, revisioni e metanalisi.

3. RISULTATI

L'ultima ricerca (08/02/2021) effettuata nei database ha prodotto 1117 risultati in totale (554 MedLine, 43 PEDro, 520 Cochrane Library).

Successivamente sono stati esclusi 173 duplicati comuni alle ricerche effettuate in diversi Database. La selezione degli studi per Title/Abstract ha portato all'esclusione di 902 lavori considerati non idonei secondo i criteri di inclusione/esclusione; dei 42 testi rimasti ne sono stati esclusi 17 dalla lettura del full text; 25 testi sono stati ritenuti idonei ai criteri di inclusione posti nella sezione "materiali e metodi", tuttavia è stato possibile utilizzarne soltanto 15 per la compilazione delle tabelle presenti nelle sezioni a seguire. Questi derivano per la maggior parte dai risultati ottenuti dalle ricerche effettuate nei database (11 studi), mentre 4 sono stati ricavati dall'analisi della bibliografia dei lavori inclusi in questo studio.

Flow chart



Caratteristiche degli studi

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche di ogni studio preso in esame in questo lavoro.

Autore e anno pubblicazione	Titolo	Durata studio (anni)	Tipologia studio
Balius R et al. 2009	Central aponeurosis tears of the rectus femoris: practical sonographic prognosis ¹²	4 (2002-2005)	Causal-comparative study
Cloke D et al. 2012	Thigh muscle injuries in youth soccer: predictors of recovery ¹³	5 (2000-2005)	Cohort study (prognosis); Level of evidence, 2
Cross TM et al. 2004	Acute quadriceps muscle strains: magnetic resonance imaging features and prognosis ⁶	3 (1999-2001)	Causal-comparative study
Eckard TG et al. 2017	Epidemiology of Quadriceps Strains in National Collegiate Athletic Association Athletes, 2009-2010 Through 2014-2015 ¹⁴	6	Descriptive epidemiology study
Ekstrand J et al. 2011	Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer) ¹⁵	2001-2009	Cohort study; Level of evidence, 2.
Ekstrand J et al. 2011	Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study ¹⁶	2001-2008	Prospective cohort study
Fousekis K et al. 2011	Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players ¹⁷		Prospective cohort study
Hughes C et al. 1995	Incomplete, intrasubstance strain injuries of the rectus femoris muscle ¹⁸	1980 - 1993	Retrospective analysis
Jackson TJ et al. 2013	Epidemiology of Hip Injuries in the National Basketball Association: A 24-Year Overview ¹⁹	24 (1988-2012)	Descriptive epidemiological
Kassarjian A et al. 2014	Intramuscular degloving injuries to the rectus femoris: findings at MRI ²⁰	3	Retrospective study
Kubo Y et al. 2019	The Effect of a Previous Strain Injury on Regional Neuromuscular Activation Within the Rectus Femoris ²¹		Non dichiarato
Lazarczuk SL et al. 2020	The epidemiology of kicking injuries in professional Rugby Union: A 15-season prospective study ²²	15 (2002-2018) *2004/05 data unavailable	Prospective study
Orchard JW 2001	Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football ²³	1992-1999	Prospective cohort study
Witvrouw E et al. 2003	Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study ²⁴		Prospective cohort study
Woods C et al. 2002	The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of preseason injuries ²⁵	2 (1997-1999)	Non dichiarato

Caratteristiche della popolazione

	Età (anni) media e range	Sesso (M/F)	Altezza (cm) media e range	Peso (kg) medio e range	Sport	Livello sport	N° atleti	N° infortuni
Balius 2009	Mean age 24 (15-41)		176.4 (165-185)	73.6 (65-82)	Calcio	High – level Spanish teams	35	35; 14 grado 1 20 grado 2 1 grado 3
Cloke 2012	8-16	M			Calcio	English FA academy youth professional programs	12306	501; 39,1% degli infortuni muscolari; 34,3% dei severe injuries
Cross 2004	Mean age 23 (18-33)	M			Football australiano	Professionisti	40	25 (avvenuti in 18 giocatori)
Eckard 2017		M e F			Men's: Football, Wrestling, Baseball, Basketball, Cross-country, Ice hockey, Lacrosse, Soccer, Swimming and Diving, Tennis, Indoor/Outdoor track Women's: Field hockey, Gymnastics, Volleyball, Softball, Basketball, Cross-country, Ice hockey, Lacrosse, Soccer, Swimming and Diving, Tennis, Indoor/Outdoor track	Collegiate student-athletes		517
Ekstrand 2011 n.1	25.3 (+/- 4.6)	M	181.8 (+/- 6.2)	78.2 (+/- 6.8)	Calcio	Professionisti: Union of European Football Associations (UEFA), Champions League (UCL), Swedish First League (SWE)	2299	485 (5% del totale degli infortuni)

Ekstrand 2011 n.2	25.7 (4.4)	M			Calcio	Professionisti (top European men's clubs)		218 (5% degli infortuni)
Fousekis 2011	19.4 - 27.8		172.04-183.32	67.4-79.28	Calcio	Professional soccer players (National Soccer League division)	100	7
Hughes 1995	23 (14 – 35)	8 M; 2 F						10
Jackson 2013	24.4 +/- 4.4		200.61 +/- 9.50	100.64 +/- 13.39	Basket	Professionisti (NBA)	1898	171 (6%) al QF, avvenute in 145 atleti; 43 (1,5%) lesioni RF tra le lesioni del QF in 40 atleti.
Kassarjian 2014	18 (15-22)	M			Calcio	Elite youth academy of a first division football team		76 infortuni RF (di cui 7 da degloving)
Kubo 2019	19.6 ± 1.8		171.9 ± 5.4	65.6 ± 6.3	Calcio	Japan University Football Association	7	
Lazarczuk 2020		M			Rugby	Professionisti: First-team rugby players (English Premiership)		134 (21,53%)
Orchard 2001					Football australiano		1607	163
Witvrouw 2003		M	179.5 (SD 5.6)	74.5 (SD 11.1)	Calcio		249	13
Woods 2002	17-35 + Suddivisione per fasce d'età: 17-22aa: 41% 23-28aa: 34% 29-34aa: 21% 35+ aa: 3%				Calcio	Professionisti: Premier and Football English League	2376	

Età

Gli studi presi in esame riguardano atleti di età compresa tra 8 e 41 anni; l'età media degli atleti è compresa tra i 20 e i 30 anni nella maggior parte degli studi, 1 studio (Kubo 2019) ha una popolazione di studenti universitari con età media di 19,6 anni, 2 studi (Cloke 2012, Kassarjian 2014) riguardano soggetti giovani appartenenti al settore giovanile di squadre professionistiche (8-16 e 15-22 anni). Woods (2002) suddivide la popolazione dello studio in fasce d'età: la maggior parte dei calciatori inclusi ha tra i 17 e i 22 anni (41%), seguita dal 34% della fascia 23-28 anni; il numero di soggetti inclusi nel lavoro di Woods diminuiscono all'aumentare dell'età.

Sesso

In tutti gli studi sono presi in considerazione soggetti maschi; solo 2 studi includono soggetti di sesso femminile (Eckard 2017, Hughes 1995), uno dei quali include solo 2 donne su 10 partecipanti allo studio.

Altezza e peso

Nel calcio il peso medio è compreso tra 70 e 80 kg, ad eccezione dello studio di Kubo (2019) in il peso è inferiore (65 kg); l'altezza media è compresa tra 170 e 180 cm nella maggioranza degli studi, soltanto nello studio di Ekstrand (2011) - n.1 i soggetti inclusi superano i 180 cm di altezza (181.8 +/- 6.2 cm).

Nell'unico studio riguardante il basket (Jackson 2013) il peso medio è 100 kg e l'altezza media 200 cm.

Gli studi riguardanti Football australiano e Rugby non presentano dati riguardanti altezza e peso.

Sport praticato

Il calcio è lo sport maggiormente preso in considerazione negli studi riguardanti lesioni muscolari al quadricipite femorale, con 10 dei 13 studi selezionati che riguardano una popolazione di calciatori. Metà di questi studi considerano una popolazione di sportivi professionisti di alto livello, 2 studi riguardano il settore giovanile di squadre professionistiche (Cloke 2012, Kassarian 2014). Gli studi di Kubo (2019) e Eckard (2017) interessano una popolazione di studenti universitari (Japan University Football Association e National Collegiate Athletic Association).

Il basket viene preso in considerazione in 2 studi: quello di Jackson (2013) è svolto su atleti professionisti (NBA), quello di Eckard (2017) riguarda i collegiate student-athletes (NCAA).

Il Football Australiano viene preso in considerazione in 2 studi (Cross 2004, Orchard 2001), ma solo quello di Cross include atleti professionisti.

Un solo studio (Lazarczuk 2020) riguarda il Rugby, praticato a livello professionistico.

Nello studio riguardante gli atleti-studenti della NCAA, precedentemente citato, sono presi in considerazione atleti maschi che praticano:

- Football
- Wrestling
- Baseball
- Basketball
- Cross-country
- Ice hockey
- Lacrosse
- Soccer
- Swimming and Diving
- Tennis
- Indoor track
- Outdoor track

Le atlete femmine del NCAA praticano:

- Field hockey
- Gymnastics
- Volleyball
- Softball
- Basketball

- Cross-country
- Ice hockey
- Lacrosse
- Soccer
- Swimming and Diving
- Tennis
- Indoor track
- Outdoor track

Atleti e infortuni al quadricipite femorale

La numerosità della popolazione coinvolta negli studi varia da poche decine di atleti a osservazioni condotte su larga scala e che coinvolgono migliaia di atleti; lo stesso vale per il numero degli infortuni al quadricipite femorale: vi sono studi in cui il numero di infortuni è esiguo e inferiore ai 10 casi, altri in cui sono collezionate casistiche più importanti (oltre 500 infortuni).

Solo Kassarijian (2014) parla in modo specifico di infortuni al Retto Femorale, negli altri viene inglobato all'interno degli infortuni al Quadricipite Femorale.

Caratteristiche infortunio

	Sport	Meccanismo infortunio	Gamba infortunata	Gamba dominante	Momento infortunio	Momento stagione	Ruolo/posizione
Balius 2009	Calcio		27 dx 8 Sn	28 dominante 7 NON dominante			
Cloke 2012	Calcio	80% infortuni AAll è non-contact			Rischio infortuni muscolari AAll aumenta col trascorrere del tempo durante la partita	2 picchi di incidenza (gennaio e settembre) per infortuni (non specifico Q)	Lesioni QF: - 83 Attack - 169 Defense - 37 Goalkeeper - 189 Midfield - 2 Wingback - 23 Not recorded
Cross 2004	Football australiano		12 dx 13 sn		Partita e allenamento		
Eckard 2017	Men's: Football, Wrestling, Baseball, Basketball, Cross-country, Ice hockey, Lacrosse, Soccer, Swimming and Diving, Tennis, Indoor/Outdoor track Women's: Field hockey, Gymnastics, Volleyball, Softball, Basketball, Cross-country, Ice hockey, Lacrosse, Soccer, Swimming and Diving, Tennis, Indoor/Outdoor track	Non-contact (n=327, 63.2%), attività a rischio = salti e sprinting; Overuse (n=113, 21.9%)			Partita = 115 (22.2%) Allenamento = 402 (77.8%) In tutti gli sport tasso di infortuni competizione > della pratica. Maggior tasso infortunio Q in: -calcio (M e F) -indoor track (F) -softball (F)	299 preseason (57.8%) 207 regular season 11 postseason 8 sport su 25 hanno un tasso di infortuni pre-season più elevato: -volleyball (F) -calcio (F) -field hockey (F) -basket (M)	
Ekstrand 2011 n.1	Calcio	96% non-contact		60% dominante (kicking) 33% non dominante 7% entrambe o dominanza sconosciuta	Dato generale - tutti i muscle injury: 53% partita 47% allenamento Durante i 90 minuti minor frequenza infortuni nei primi 15 minuti di ogni tempo; metà trend		

					significativo nella prima ($P = 0,035$)		
Ekstrand 2011 n.2	Calcio				Partita = 2546 (57%) Allenamento = 1937 (43%) Solo il 5% di questi infortuni è al quadricipite	picco principale Q strain ad agosto, altri a novembre e gennaio. picco overuse injuries per infortuni in generale è in pre-season (luglio) Maggiore incidenza in partita rispetto a allenamento.	
Fousekis 2011	Calcio	28% non-contact (QF + H), di cui 25% (n=7) interessano Q					
Hughes 1995		7 sprinting 1 placekicking 2 non dichiarato					
Jackson 2013	Basket				171 (6%) Q, di cui 91 (53.2%) sono Game-Related Q è la struttura più frequentemente infortunata, rispetto ad altre strutture ha un tasso di infortuni game-related statisticamente significativo	Probabilità Q strains maggiore in pre-season, si riduce nei primi mesi della stagione mantenendosi costante (mese 2-3-4), si riduce verso il termine della stagione (mese 5-6-7), riduzione quasi a zero al termine della stagione (mese 8)	
Kassarjian 2014	Calcio	4 kicking 1 sprinting 1 forced quadriceps extension 1 dolore a fine partita	4 dx 4 sn	4 dominante 3 non dominante 1 dominanza non dichiarata	5 in partita 2 in allenamento 1 non dichiarato		
Kubo 2019	Calcio	4 kicking 3 sprinting	5 dx 2 sn	Dx in tutti i partecipanti			
Lazarczuk 2020	Rugby	Kicking infortuni arto in appoggio più gravi rispetto a quelli della gamba che calcia	78% in gamba che calcia	Se non specificata, la kicking limb viene assunta come dominante (in 9 casi su 77 no info su dominanza)	134 legati al kicking 77 in match, 55 in training, 2 non specificato n=14 warm-up n=7 first quarter game n=13 second quarter game n=4 momento partita non specificato 66% infortuni avvenuto durante il playing time	Dati raccolti da pre-season a end season	Kicks effettuati sul totale: - 47% fly-halves - 27% scrum-halves - 11% full backs - 9% centers - 6% wingers Nei match fly-halves (47%) e full backs (17%) hanno avuto il maggior numero di kicking injuries. Rischio infortunio: - medio fly-halves - molto basso scrum-halves - alto centers, full backs, wingers, forwards. Propensione infortunio influenzata da posizione in campo e dal gesto di calciare.
Orchard 2001	Football australiano			Maggiore frequenza infortuni alla dominante (kicking leg), sono legati ai calci (kicking)			
Witvrouw 2003	Calcio			gamba dominante = kicking leg no differenze significative nel numero di infortuni tra la gamba dominante e non dominante	No differenza significativa tra tempo allenamento e partita in giocatori infortunati e non infortunati prima dell'infortunio		
Woods 2002	Calcio					RF strain: 29% in pre-season, 14% in-season	

Meccanismo infortunio

Solo in una parte degli studi presi in esame viene preso in considerazione il meccanismo lesionale. La maggior parte degli infortuni si è verificato in circostanze da non contatto. Nello studio di Eckard (2017) vengono analizzati gli infortuni avvenuti in vari sport in atleti sia maschi che femmine; vi è una predominanza di infortuni non-contact (63%), in particolare in attività considerate ad alto rischio quali

salti e sprinting, e da overuse (22%). Nello studio di Ekstrand (2011) - n.1 le lesioni muscolari al quadricipite sono per la maggior parte non-contact (96%).

Per quanto riguarda le attività svolte al momento dell'infortunio nello studio di Hughes (1995) la maggior parte dei casi hanno avuto una lesione durante lo sprinting (2 in baseball, 2 in football, 2 in softball, 1 in frisbee), solo in un caso calciando (football); indipendentemente dell'attività che ha portato alla lesione, in tutti i casi vi era dolore nella corsa (running), il dolore a calciare era presente nel soggetto che aveva riportato la lesione calciando. Il dolore durante le ADL si è manifestato solo in un caso.

Negli studi di Kassarian (2014) e Kubo (2019) il principale meccanismo lesivo è l'azione del calciare; gli infortuni durante lo sprinting sono stati 1 nel primo studio e 3 nel secondo. Inoltre nello studio di Kassarian (2014) un infortunio è avvenuto nell'estensione forzata del quadricipite e c'è stato un caso in cui il soggetto non si è reso conto dell'infortunio fino a dopo la partita.

L'unico studio sul rugby (Lazarczuk 2020) analizza gli infortuni avvenuti calciando, va inoltre ad analizzare la posizione in campo dell'atleta al momento dell'infortunio e il tipo di calcio.

Lo studio di Cloke (2012), nonostante non presenti specifici dati relativi all'infortunio quadricipite ma soltanto dati generali su infortuni muscolari agli arti inferiori, è concorde con quanto detto in precedenza in quanto gli infortuni non-contact sono i più frequenti (80%).

Arto inferiore infortunato e dominanza

Nello studio condotto su calciatori di Balius (2009) il 77% degli infortuni è avvenuto alla gamba destra, il 23% alla gamba sinistra; tra questi l'80% si è verificato alla gamba dominante, il 20% a quella non dominante. Kubo (2019) ha ottenuto un risultato simile, con il 71,4% degli infortuni alla gamba destra e il 28,8% alla gamba sinistra.

A differenza dei precedenti studi nel football australiano (Cross 2004) si è ottenuta una percentuale simile di infortuni alla gamba destra e sinistra, rispettivamente 48% e 52%; non sono presenti dati relativi alla dominanza. Anche nello studio sul calcio di Kassarian (2014) si è ottenuto un risultato simile, con il 50% degli infortuni a destra e il 50% a sinistra; questi si sono verificati nel 50% dei casi alla gamba dominante, nel 37,5% dei casi alla non dominante, nel restante 12,5% non è stata dichiarata la dominanza.

Nello studio di Lazarczuk 2020 (rugby) il 78% infortuni si è verificato nella gamba che calcia; occorre tenere in considerazione che gli infortuni avvenuti nell'arto in appoggio sono più gravi rispetto a quelli avvenuti alla gamba che calcia. Anche nello studio di Orchard (2001) le lesioni muscolari al quadricipite sono state più comuni nella gamba dominante che calciava (sono legate al gesto del calciare).

Witvrouw (2003) ha condotto uno studio sul calcio, non ci sono differenze significative nel numero di infortuni tra la gamba dominante che calcia e la non dominante.

Momento infortunio durante la partita e la stagione

Lo studio di Cloke (2012) condotto su calciatori presenta dati generali sugli infortuni muscolari agli arti inferiori (non specifici per il quadricipite): il rischio di infortuni muscolari aumenta con il passare del tempo durante la partita; durante la stagione ci sono 2 picchi di incidenza (gennaio e settembre). Nello studio di Eckard (2017) condotto su 25 sport il tasso di infortuni muscolari al quadricipite femorale è maggiore nelle competizioni rispetto che negli allenamenti, nonostante si sia verificato un maggior numero di lesioni durante gli allenamenti (77,8%) in termini assoluti.

Gli sport con maggior tasso di infortuni al quadricipite sono il calcio, sia maschile che femminile, l'indoor track e il softball femminili. Il 57,8% degli infortuni si è verificato nel pre-season, il 40% durante la stagione e il 2,2% nel post-season; tra i 25 sport presi in esame, 8 hanno tassi di infortunio pre-season più elevati, questi sono volleyball, calcio e field hockey femminili e il basket maschile.

Il primo dei 2 studi di Ekstrand (2011) sul calcio non fornisce dati specifici su lesioni quadricipite, ma dà informazioni generali riguardanti tutti i muscle injury; in particolari ne sono stati registrati il 53% in partita e il 47% in allenamento. Durante i 90 minuti gli infortuni sono meno frequenti nei primi 15 minuti di ogni tempo; si verificano più infortuni a metà e fine primo tempo.

Ekstrand (2011) nel secondo studio sul calcio riscontra che il 57% degli infortuni è avvenuto durante le partite e il 43% durante gli allenamenti, ma solo il 5% di tutti questi infortuni è avvenuto al quadricipite. Il dato generale riguardante tutti gli infortuni assieme ci dice che gli infortuni da overuse hanno raggiunto il picco durante il periodo di preparazione preseason a luglio, inoltre l'incidenza degli infortuni durante le partite è stata significativamente più alta che durante l'allenamento. Nello specifico le lesioni muscolari al quadricipite si sono verificate soprattutto in agosto, altri 2 picchi di minore entità si sono verificati in novembre e gennaio.

Nello studio di Jackson (2013) sul basket i muscle strains al quadricipite sono 171 (6% del totale), di cui 91 (53.2%) sono Game-Related. Il quadricipite femorale è la struttura più frequentemente infortunata, rispetto ad altre strutture ha un tasso di infortuni game-related statisticamente significativo. Gli infortuni al quadricipite sono più frequenti nel pre-season, in seguito l'incidenza si riduce nei primi mesi della stagione mantenendosi abbastanza costante (mese 2-3-4), si riduce verso il termine della stagione (mese 5-6-7), per ridursi quasi a zero al termine della stagione (mese 8).

Nello studio di Kassarian (2014) sul calcio il 62,5% degli infortuni è avvenuto durante la partita, il 25% in allenamento, il 12,5% non è dichiarato. Soltanto in questo studio viene specificato se gli atleti sono stati costretti a sospendere l'attività sportiva al momento dell'infortunio: nel 57% dei casi hanno continuato la partita, nel 43% dei casi si sono fermati.

Nello studio di Lazarczuk (2020) sul rugby gli infortuni registrati sono avvenuti nel 57,5% dei casi durante il match, nel 41% durante l'allenamento, l'1,5% dei casi non è specificato. Durante il riscaldamento è stato riportato un maggior numero di infortuni (n = 14) rispetto al primo (n = 7) o al secondo (n = 13) quarto di gioco. Il 66% degli infortuni è avvenuto durante il tempo di gioco (playing time), il terzo quarto ha la più alta percentuale di infortuni (sia per titolari che per i sostituti)

Lo studio sul calcio di Witvrouw (2003) non evidenzia una differenza significativa tra quantità di tempo allenamento e partita tra i giocatori infortunati e non infortunati prima che si verificasse l'infortunio. Woods (2002) ha riscontrato che nel calcio il 29% dei "rectus-femoris strain" avvengono nel pre-season, mentre il 14% avvengono durante la stagione.

Ruolo o posizione in campo

Lo studio di Cloke (2012) sul calcio riporta dati specifici per il QF; i giocatori infortunati ricoprivano i seguenti ruoli:

- Attack: 83 (16,5%)
- Defense: 169 (33,6%)
- Goalkeeper: 37 (7,4%)
- Midfield: 189 (37,6%)
- Wingback: 2 (0,4%)
- Not recorded: 23 (4,5%)

Nello studio di Lazarczuk (2020) sul rugby viene fatta associazione tra posizione in campo e quantità di calci effettuati rispetto al totale:

- Fly-halves: 46%
- Scrum-halves: 27%
- Full backs: 11%
- Centers: 9%
- Wingers: 6%

I kicking injuries legati all'atto del calciare verificatosi nei match hanno avuto maggiore incidenza nei Fly-halves (47%) e full backs (17%).

Rischio infortunio per ruolo in campo:

- fly-halves: medio rischio
- scrum-halves: rischio molto basso
- centers, full backs, wingers, forwards: alto rischio

La propensione all'infortunio sembra essere influenzata dalla posizione in campo, oltre che al solo gesto del calciare.

Valutazione della lesione

	Esame strumentale	Classificazione lesione	Sito	CSA% (cross sectional area)	Lenght (cm)
Balius 2009	US, MRI	Peetrans: 14 lesioni di grado 1 20 lesioni di grado 2 1 lesione di grado 3	18 Proximal 17 Distal	CSA lesione confermata da RM	4 (1-10) Prossimale 4,4cm; distale 4,5cm Lesione < 2 cm = 14,3% Lesione 2-6 cm = 68,6% Lesione > 6 cm = 17,1%
Cross 2004	MRI	MRI category: 7 rectus femoris–central tendon 8 rectus femoris–peripheral 6 vastus intermedius 1 vastus lateralis 3 Negative	12 Proximal 10 Middle	21,6 (4-46)	11,6 (5-26)
Hughes 1995	TC o MRI				
Kassarjian 2014	MRI				Media: 9.9 cm (range 3.8–17.9) Edema e liquido fasciale/perifasciale in tutti gli infortuni RF, in 7 casi edema sottocutaneo
Kubo 2019	MRI	4 intramuscular tendon 2 posterior myofascial junction of the RF 1 negativo			

Esame strumentale per la valutazione della lesione

Negli studi inclusi la lesione viene valutata nella maggior parte dei casi con RM (risonanza magnetica nucleare); nello studio di Hughes (1995) oltre alla RM viene anche proposta la TAC (tomografia assiale computerizzata) come esame strumentale. Lo studio di Balius (2009) propone l'ecografia (US) per maggiore facilità di accesso e minori costi, è stata utilizzata la RM come conferma in quanto validata.

Negli altri studi, non inclusi nella precedente tabella, non si fa riferimento a esami strumentali né a criteri diagnostici, ma vengono esclusivamente presentati i dati relativi agli infortuni avvenuti.

Classificazione e sito della lesione

Nello studio di Balius (2009) viene utilizzata la classificazione di Peetrans:

- Grado 0: ecografia negativa
- Grado 1: area iper- o ipo-ecogena mal definita senza discontinuità fibrillare o infiammazione della fascia
- Grado 2: parziale discontinuità fibrillare
- Grado 3: completa discontinuità della struttura fibrillare; nella risonanza magnetica questo tipo di lesione viene spesso definita "bull's eye lesion".

Secondo questa classificazione si sono ottenute il 40% di lesioni di grado 1, il 57% di grado 2 e il 3% di grado 3; queste si sono verificate a livello prossimale nel 51,5% dei casi e a livello distale nel 48,5% dei casi.

Nello studio di Cross (2004) le lesioni muscolari sono state suddivise in base alla regione in cui si sono verificate, in particolare:

- 31,8% al tendine centrale del retto femorale (RF-CT)
- 36,4% alla periferia del retto femorale (RF-peri)
- 27,3% al vasto intermedio (VI)
- 4,5% al vasto laterale (VL)

Si segnala inoltre che in 3 casi (12% del totale) la risonanza magnetica è stata considerata negativa (le scansioni erano normali).

Le lesioni si sono verificate a livello prossimale nel 54,5% dei casi e a livello medio (middle) nel 45,5% dei casi.

Kubo (2019) nel suo studio prende in considerazione solo lesioni del retto femorale che nel 57,2% hanno interessato l'intramuscular tendon e nel 28,6% la giunzione miofasciale posteriore del RF; la RM è risultata negativa nel 14,2% dei casi.

Cross Sectional Area (CSA%) e dimensione

Nello studio di Balius (2009) la CSA della lesione è stata confermata da una RM, in quanto l'ecografia non è uno strumento validato. La dimensione media è 4 centimetri, con un range da 1 a 10 cm; il dato relativo alle lesioni prossimali è di 4,4 cm e 4,5 cm per le lesioni distali. Le lesioni < 2 cm sono il 14,3%, quelle tra 2 e 6 cm il 68,6%, le lesioni superiori ai 6 cm il 17,1%.

Nello studio di Cross (2004) la CSA media è 21,6 con un range tra 4 e 46; la dimensione media della lesione è 11,6 cm, con un range 5-26 cm.

Nello studio di Kassarian (2014) la lunghezza [Parla di average length of the degloving Injuries] media della lesione è 9.9 cm, con un range 3.8-17.9 cm; tutte le lesioni erano associate a edema nel muscolo retto femorale e alla presenza di liquido fasciale o perifasciale, in alcuni casi vi era edema sottocutaneo.

Return To Sport (RTS)

	Delayed days/sports participation absence (SPA)	Partecipation restriction time	Ritorno all'allenamento/RTP
Balius 2009	Delayed days=1.98 media (range 0-4) SPA days: 39.1 (15-75); 15.31 days (5-29) RF-peri 9.5 vastus intermediate Peetrons classification & SPA (giorni): - grado 0: 6.5 (3-12) - grado 1: 27,71 - grado 2: 46,85 - grado 3: 45 (solo 1 caso) Level & SPA time (medio e SD): - Proximal: 45.1 (14.1) se lesione=4cm (all'aumentare di ogni cm aggiungere 5,3 giorni) - Distal: 32.9 (13.1) se lesione=3.9 cm (all'aumentare di ogni cm aggiungere 3,4 giorni) - p value 0.013 Injury grades & SPA time (medio e SD): - grado 1: 27.7 (7.9) - grado 2: 46.8 (13.4) - p value < 0.001 SPA time nel campione totale=39,1 giorni se lesione=4,2cm (all'aumentare di ogni cm aggiungere 4,2 giorni) Categoria 0-30 giorni: - prox: n=3 grado 1; n=1 grado 2; - dist: n=9 grado 1; n=3 grado 2 Categoria 31-45 giorni: - prox: n=1 grado 1; n=7 grado 2; - dist: n=1 grado 1; n=2 grado 2 Categoria > 45 giorni: - prox: no grado 1, n=6 grado 2; - dist: no grado 1, n=2 grado 2 SPA time & livello + grado: - grado 1 prossimale: 32.3 (8.5) - grado 1 distale: 25.9 (7.3) - grado 2 prossimale: 48.7 (13.4) - grado 2 distale: 42.9 (13.5)	Completamente riabilitato quando svolge l'attività calcistica completamente.	

	SPA & injury length + diagnostic level: Categoria 0-30 giorni: - prox: 1.33 cm - dist: 2.75 cm Categoria 31-45 giorni: - prox: 3.88 cm - dist: 7.67cm Categoria > 45 giorni: - prox: 6.00 cm - dist: 5.50 cm SPA grado 2 VS grado 1: 46.3 VS 27.7 giorni SPA injuries in: - grade I prox (32.3) - grade II prox (48.7) - grade I dist (25.9) - grade II dist (42.9) SPA & injury length + injury level: 0-30gg prox: 1,33cm 0-30gg dist: 2,75cm 31-45gg prox: 3,88cm 31-45gg dist: 7,67cm > 45gg prox: 6,00cm >45gg dist: 5,50cm		
Cloke 2012	Time off: 13gg in media (7-22 days) per initial injury Il tempo per re-injury è 12 days (7-21)		giorni di allenamento persi: 215 (17%) sono severi (> 28 giorni di assenza)
Cross 2004		RI medio per categoria RM: - RF-CT: 26.85 (statisticamente diverso da RF-peri e vasti) - RF-peri: 9.17 - vasti: 4.42 RI medio e sito injury: - proximal: 10.78 - middle: 16.18 RI medio per categoria RM combinata a sito injury: - RF-CT proximal: 19.50 - RF-CT middle: 34.20 - RF-peri proximal: 8.33 - RF-peri middle: 10.00 - vasti proximal: 4.50 - vasti middle: 4.33 RI medio e lenght of injury (cm): - 1-7 cm: 9.42 gg - 8-12 cm: 5.70 gg - 13+ cm: 20.58gg (statisticamente diverso da categorie 1-7cm e 8-12cm) RI medio per categoria RM combinata a lenght: - RF-CT 1-7 cm: 14.00gg - RF-CT 8-12 cm: NO - RF-CT 13+ cm: 32.66gg (statisticamente diverso da lesioni 1-7 cm o 8-12cm a RF-peri/vasti) - RF-peri 1-7 cm: 9.75 - RF-peri 8-12 cm: 7.00 - RF-peri 13+ cm: 8.50 - vasti 1-7 cm: 4.50 - vasti 8-12 cm: 4.40 - vasti 13+ cm: NO RI medio e CSA%: - 1-14% CSA: 8.89 gg (differenza significativa rispetto ai punti successivi) - 15-24% CSA: 14.56gg - 25+: 16.11gg RI medio per sito combinato a categoria RM e CSA%: - RF-CT 1-14(%): 14.00 - RF-CT 15-24%: 30.00 - RF-CT 25 plus%: 35.33 - RF-peri 1-14(%): 0.00 - RF-peri 15-24%: 9.67 - RF-peri 25+%: 8.50 - vasti 1-14%: 4.67 - vasti 15-24%: 4.00 - vasti 25+%: 4.50 Differenza significativa tra RF-CT e CSA 15-24% o RF-CT e CSA 25+% rispetto a RF-peri o vasti associati a CSA 1-14%, 15-24%, 25+% No differenza statisticamente significativa tra RI e MRI category, tra RI e sito, tra RI e MRI category + sito RF-CT + middle site: 34,20 in media (statisticamente diverso da RF-peri o vasti + sito prossimale/medio) Assenza di differenze significative tra RI e lenght, tra RI e lenght + categorie MRI, tra RI e CSA%, tra RI e CSA% + MRI categories	
Eckard 2017		In lesione Q restrizione partecipazione < 1 settimana in 79,3% atleti; tra queste il 45,6% (n=236) sono NTL (restrizione partecipazione < 24ore). Il 3.3% sono infortuni gravi (restrizione >3 sett) Sport con maggior proporzione infortuni severi Q: - men's football (6.3%) - women's lacrosse (5.3%) - women's basketball (5.0%). No differenza tra uomini e donne negli sport comparabili per sesso.	

Ekstrand 2011 n.1	Giorni di assenza in media: 16.9 +/- 19.2 15 infortuni muscolari (2-3 al Q) a stagione in una squadra "ideale" con in media assenza di 44gg, 8 partite perse e 29 allenamenti persi		
Ekstrand 2011 n.2	Tra tutti gli infortuni (non solo muscolari) il 16% è classificato come "severe injury" (assenza >28gg)		
Jackson 2013	Q: 938 day missed (5.2%), media 5.5 +/- 6.2 RF: 242 day missed (1.3%), media 5.6 +/- 5.7		
Kassarjian 2014			RTP: 28 - 58 days (media 38.7 days)
Kubo 2019	Assenza allenamento/partita: 13.1 settimane in media (range: 4-16)		
Lazarczuk 2020	In generale 19,4gg (5.0-17.8) di days absence, Q è il più frequentemente interessato Kicking injuries durante partita sono più severi se interessano l'arto in carico (4.8-44.5 days; mean: 57.7 days) rispetto alla gamba che calcia (5.0-16.3 days; mean: 14.3 days)		
Witvrouw 2003	Quadriceps injury: - Time in training: 0.44 - Time in games: 0.63 No differenza significativa nella quantità di tempo trascorso in allenamento e partite tra i giocatori infortunati e quelli non infortunati prima che si verificasse l'infortunio.		

Il tempo per il Return To Sport viene quantificato in modo diverso negli studi inclusi: gli studi di Balius (2009), Cloke (2012), entrambi gli studi di Ekstrand (2011), Jackson (2013), Kubo (2019) e Lazarczuk (2020) parlano di giorni persi o di assenza dalla partecipazione sportiva (delayed days, absence days, sports participation absence), soltanto lo studio di Cloke (2012) fa riferimento al tempo per il ritorno all'allenamento, Kassarjian (2014) è l'unico a parla di Return To Play (RTP), lo studio Cross (2004) parla di intervallo di riabilitazione ovvero i giorni trascorsi dal momento dell'infortunio al completo ritorno agli allenamenti, gli studi di Balius (2009) e Eckard (2017) parlano di restrizione della partecipazione.

Delayed days e sports participation absence (SPA)

Nello studio di Balius (2009) i delayed days sono in media 1,98 (variano in un range da 0 a 4); per quanto riguarda i giorni di assenza dalla partecipazione sportiva (SPA days) questi sono in media 39,1 (range 15-75), il dato relativo alle lesioni muscolari periferiche del RF è di 15,3 giorni, mentre per il vasto intermedio 9,5 giorni.

Alla classificazione di Peetrans gli SPA days sono in media:

- Grado 0: 6,5 giorni (3-12)
- Grado 1: 27,71 giorni
- Grado 2: 46,85 giorni
- Grado 3: 45 giorni (dati basati su un solo caso)

I giorni di assenza alla partecipazione sportiva sono stati in media 45,1 a livello prossimale e 32,9 a livello distale, è presente una differenza statisticamente significativa tra gli SPA time e i livelli.

Gli infortuni di grado 1 hanno avuto uno SPA medio di 27,7 giorni che aumentano a 46,8 giorni nelle lesioni di grado 2.

Prendendo in considerazione la grandezza della lesione a livello prossimale lo SPA time è 45,1 giorni quando la lunghezza dell'area lesionata è 4 centimetri; questo valore aumenta di 5,3 giorni ogni volta che la dimensione della lesione aumenta di un centimetro. A livello distale lo SPA time è 32,9 giorni per una lesione di 3,9 cm e aumenta di 3,4 giorni ogni volta che la dimensione della lesione aumenta

di 1 cm. Complessivamente lo SPA time del gruppo analizzato è 39,1 giorni per una lunghezza della lesione di 4,2 cm, con un aumento di 4,2 giorni per ogni centimetro in più.

L'assenza dall'attività sportiva è stata tra 0 e 30 giorni nel 8,6% delle lesioni prossimali di grado 1 e 2,8% delle lesioni prossimali di grado 2, una maggior quantità di soggetti con lesione distale (25,7% grado 1; 8,6% grado 2) hanno avuto un tempo di assenza dallo sport compreso tra 0 e 30 giorni. Lo stop da 31 a 45 giorni si è verificato maggiormente nelle lesioni prossimali di grado 2 (20%) e solo nel 2,8% delle lesioni di grado 1; a livello distale le lesioni di grado 1 riportano lo stesso dato di quelle prossimali (2,8%) mentre quelle di grado 2 sono il 5,7% dei casi. Uno stop superiore ai 45 giorni si è verificato solo per lesioni di grado 2, nel 17,1% dei casi a livello prossimale e nel 5,7% dei casi a livello distale.

Al confronto tra livello e grado di lesione lo SPA time per lesioni di grado 1 è stato 32,3 giorni a livello prossimale e 25,9 giorni a livello distale. Nelle lesioni di grado 2 si è ottenuto 48,7gg a livello prossimale e 42,9gg a livello distale.

Le lesioni di grado 1 hanno un maggiore SPA time a livello prossimale rispetto a distale (32,3 Vs 25,9 giorni), lo stesso avviene nelle lesioni di grado 2 in cui i giorni di assenza sono 48,7 a livello prossimale e 42,9 a livello distale. A livello distale le lesioni sono correlate a un minore tempo di assenza rispetto alle lesioni prossimali di pari grado.

In un altro confronto si può notare che all'aumentare della dimensione della lesione aumentano anche i giorni di assenza. Poste le categorie di assenza 0-30gg, 31-45gg e > 45gg le lesioni prossimali hanno grandezza media rispettivamente di 1.33 cm, 3.88 cm e 6.00 cm con un tempo di assenza correlato alla dimensione della lesione; questa correlazione non è rispettata nel caso delle lesioni distali in quanto le lesioni di maggiore dimensione non hanno il maggior tempo di assenza (0-30gg = 2,75 cm; 31-45gg = 7,67cm; > 45 gg = 5,50 cm).

A causa della maggiore gravità della lesione gli infortuni di grado 2 hanno un maggiore SPA time rispetto a quelli di grado 1 (46,3 Vs. 27,7 giorni), sia a livello prossimale che distale; la differenza è statisticamente significativa. Lo SPA time delle lesioni prossimali è maggiore rispetto a quelle distali di pari grado.

Nello studio di Cloke (2012) il tempo perso (time off) al primo infortunio è di 13 giorni in media (range 7-22 giorni); questo dato è simile al tempo in caso di re-injury (12 giorni, range 7-21 giorni).

Nel primo studio di Ekstrand (2011) i giorni persi (days of absence/injury) sono in media 16,9 +/- 19,2. In una squadra di calcio ideale di 25 giocatori ci si aspetta circa 15 infortuni muscolari a stagione: di questi 2-3 interessano il quadricipite con 44 giorni di assenza in totale, 8 partite e 29 allenamenti persi.

Nel secondo studio di Ekstrand (2011) non vi sono dati specifici per il QF, ma soltanto dati relativi ai muscle injury in generale; gli infortuni considerati severi, ovvero che causano assenza maggiore a 28 giorni sono il 16% di tutti gli infortuni.

Nello studio di Jackson (2013) i giorni persi (days missed) sono il 5,2%, con una media di 5,5 +/- 6,2 giorni per quanto riguarda il QF; tra questi gli infortuni al RF sono il 1,3% e in media sono di 5,6 +/- 5,7 giorni.

Kubo (2019) indica nel suo studio un periodo di assenza media da allenamento/partita di 13.1 settimane (range 4-16); questo dato è superiore a quello dei precedenti studi in quanto relativo a re-injury e non al primo infortunio.

Nello studio di Lazarczuk (2020) il numero di giorni di assenza dall'attività sportiva (rugby) per kicking injuries avvenuti in partita nell'arto in carico sono più severi (media: 57,7 days; range 4.8-44.5 days) rispetto a quelli avvenuti alla gamba che calcia (media: 14,3 days; range 5.0-16.3 days).

Lo studio di Witvrouw (2003) indaga le lesioni al quadricipite avvenute in allenamento (0,44) e quelle avvenute in partita (0,63). All'analisi statistica nessuna differenza significativa nella quantità di tempo trascorso in allenamento e partita tra i giocatori infortunati e quelli non infortunati prima che si verificasse l'infortunio.

Partecipation restriction time

Nello studio di Balias (2009) l'atleta viene considerato completamente riabilitato quando svolge l'attività calcistica completamente.

Nello studio di Cross (2004) si parla di giorni trascorsi dal momento dell'infortunio al completo ritorno agli allenamenti (RI days); sono 26.85 giorni per una lesione RF-CT, 9.17 giorni per una lesione RF-peri e 4.42 giorni se la lesione interessa i vasti. A livello prossimale il RI medio è 10.78 giorni, contro i 16.18 giorni di una lesione a livello medio (middle).

Combinando la categoria ottenuta alla RM con il sito di lesione si ottengono i seguenti giorni di assenza:

- RF-CT proximal: 19.50
- RF-CT middle: 34.20
- RF-peri proximal: 8.33
- RF-peri middle: 10.00
- Vasti proximal: 4.50
- Vasti middle: 4.33

Le lesioni di dimensione compresa tra 1 e 7 cm hanno un tempo di recupero medio di 9.42 giorni, le lesioni tra 8 e 12 cm di 5.70 giorni, le lesioni di 13 o più centimetri hanno tempistiche medie di 20.58 giorni. In dettaglio per dimensione e sito lesione:

- RF-CT 1-7 cm: 14.00gg
- RF-CT 8-12 cm: NO
- RF-CT 13+ cm: 32.66gg
- RF-peri 1-7 cm: 9.75
- RF-peri 8-12 cm: 7.00

- RF-peri 13+ cm: 8.50
- vasti 1-7 cm: 4.50
- vasti 8-12 cm: 4.40
- vasti 13+ cm: NO

Al confronto tra RI medio e CSA% si è ottenuto 8.89 giorni per 1-14% CSA, 14.56 giorni per la categoria 15-24% CSA e 16.11 giorni per CSA% maggiore o uguale a 25. Guardando il dato per sito lesione CSA% si sono ottenuti i seguenti RI days:

- RF-CT 1-14(%): 14.00
- RF-CT 15-24: 30.00
- RF-CT 25 plus: 35.33
- RF-peri (%) 1-14: 0.00
- RF-peri 15-24: 9.67
- RF-peri 25+: 8.50
- vasti (%) 1-14: 4.67
- vasti 15-24: 4.00
- vasti 25+: 4.50

Eckard (2017) prende in esame la restrizione alla partecipazione in caso di lesione muscolare al QF. Nel 79,3% degli atleti è inferiore a 1 settimana, di questi nel 45,6% dei casi la restrizione alla partecipazione era inferiore a 24 ore (NTL); le lesioni considerate severe implicano una restrizione di almeno 3 settimane sono il 3,3%. Gli sport con maggior proporzione di infortuni severi al quadricipite sono il football maschile (6.3%), lacrosse femminile (5.3%) e basket femminile (5%); non ci sono differenze tra uomini e donne negli sport comparabili per sesso.

Ritorno all'allenamento e Return To Play

Cloke (2012) parla di giorni di allenamento persi, il 17% dei casi analizzati sono infortuni severi che comportano 28 o più giorni di assenza.

Kassarjian (2014) parla di RTP, la tempistica media è di 38.7 giorni (range 28-58 giorni).

Proposte terapeutiche

Fra tutti gli studi inclusi in questa revisione, soltanto 2 (Balius 2009, Cross 2004) parlano in modo dettagliato del programma terapeutico messo in atto in seguito alla lesione muscolare; entrambi prevedono una fase di gestione della fase acuta, seguita da un progressivo programma volto al ritorno al completo recupero post-infortunio.

Nello studio di Balius (2009) la fase acuta viene gestita con ghiaccio, compressione e farmaci anti-infiammatori non steroidei nella prima settimana dall'infortunio; successivamente il programma

riabilitativo (4 fasi) prevede una progressione dalla corsa leggera verso scatti e calci vigorosi. Per passare da una fase alla successiva non deve esserci dolore.

Nello studio di Cross (2004) nelle prime 48 ore dall'infortunio la fase acuta viene gestita con riposo, ghiaccio, compressione ed elevazione per ridurre al minimo sanguinamento e edema. Successivamente, nella fase di rimodellamento, è stato impostato un programma in 4 fasi che prevedeva fisioterapia intensiva (trattamento tessuti molli, stretching, rinforzo muscolare), corsa e calci (kicking). I requisiti per iniziare il running program sono avere un ROM passivo completo e indolore e riuscire a fare 30 salti su una sola gamba (3 serie da 10 ripetizioni) senza dolore. Il passaggio alla fase successiva poteva avvenire dopo aver completato una fase con successo.

- Stage 1: Jogging per 10 minuti × 2
- Stage 2: Striding (40%-60% maximum) per intervalli di 80 metri, ritornare camminando al punto di partenza. 3 serie da 5 ripetizioni
- Stage 3: Sprinting (90%-100%) per i 30 metri centrali di un intervallo di 80 metri, ritorna alla posizione di partenza camminando. 3 serie da 5 ripetizioni. Si inizia inoltre un programma di calci che prevede di calciare una palla piccola e leggera per brevi distanze, per poi passare a una palla di dimensioni normali
- Stage 4: esercizi di corsa sport specifici (90%-100% intensity) da 60 a 80 m (cambi di direzione, esercizi con la palla in corsa, calciare forte). 3 serie da 5 ripetizioni.

4. DISCUSSIONE

Età

Ekstrand¹⁵ e Mendiguchia³ hanno osservato che nel calcio l'incidenza delle lesioni muscolari generalmente aumenta con l'aumentare dell'età.

Dai dati osservati nello studio di Ekstrand sembra che vi sia una maggiore incidenza di infortuni al quadricipite nei giocatori più anziani (> 30 anni) in allenamento e un'incidenza inferiore in giocatori più giovani (< 22 anni) in partita¹⁵; nello studio di Woods, invece, è stato osservato un maggior numero di infortuni tra i più giovani (≤ 25 anni) rispetto ai più anziani (≥ 26 anni), nonostante questi dati potrebbero essere legati alla maggior rappresentanza di giocatori giovani (età < 25 anni)²⁵.

Analizzando però l'incidenza delle lesioni muscolari in campioni di grandi dimensioni si è scoperto che l'aumento dell'incidenza delle lesioni muscolari con l'aumentare dell'età non vale per il quadricipite^{3,15} in quanto non sono state riscontrate differenze significative tra il numero di infortuni e l'età²⁵. L'età, dunque, non rappresenta un fattore di rischio per lesioni muscolari al quadricipite femorale a differenza, invece, di quanto avviene per altre lesioni muscolari (tricipite surale e hamstrings) che si verificano più frequentemente in giocatori più anziani^{15,23}.

Relativamente a bambini e/o adolescenti è emerso un solo studio che ha preso in esame gli infortuni muscolari che si verificano nei giocatori di calcio dei settori giovanili¹³; dall'osservazione dei dati si può notare che il rischio di infortuni muscolari sembra aumentare con l'aumentare dell'età, interessando maggiormente il gruppo di età sotto i 15 anni (U15%)¹³. È stato inoltre riscontrato che all'aumentare dell'età aumenta la proporzione di lesioni gravi rispetto a quelle non gravi (leggera evidenza tra età e gravità delle lesioni)¹³.

Sesso

Nello studio di Eckard vengono prese in esame le lesioni muscolari al quadricipite femorale avvenute in 25 differenti sport, praticati sia da maschi che da femmine¹⁴.

È stato riscontrato un maggior tasso di lesioni muscolari del quadricipite femorale nelle donne rispetto agli uomini, sia in allenamento che nelle competizioni¹⁴.

Gli sport femminili in cui è stato osservato un maggior tasso di lesioni muscolari al quadricipite sono calcio, indoor track e softball; anche nel calcio maschile vi è un rilevante tasso di incidenza di infortuni al quadricipite, seppur in minor misura rispetto al calcio femminile¹⁴.

Altezza e peso

Orchard e Kassarian hanno osservato che le lesioni muscolari del quadricipite e del retto femorale sono più frequenti nei giocatori di bassa statura, i quali sembrano avere un maggior rischio di infortunio.^{23,26}

In un altro studio è stata documentata una tendenza a lesioni muscolari al quadricipite per i giocatori più pesanti e più bassi, nonostante non sia stata raggiunta la significatività statistica a causa del limitato numero di giocatori del campione (7)¹⁷.

Nel suo studio Eckard ha osservato un maggior numero di lesioni muscolari al quadricipite femorale nelle donne rispetto agli uomini portandolo ad ipotizzare che questi infortuni potessero essere legati all'altezza, in quanto spesso le donne sono più basse rispetto agli atleti maschi che praticano lo stesso sport¹⁴. Questa ipotesi non potrebbe però essere valida relativamente al peso in quanto ci si aspetterebbe che le donne siano meno pesanti rispetto agli uomini.

Lo studio di Witvrouw non ha invece mostrato differenze significative tra i giocatori infortunati e quelli non infortunati per quanto riguarda altezza o peso²⁴; anche i risultati di un altro studio suggeriscono che il peso non sia un fattore che contribuisce in modo significativo agli infortuni³.

Meccanismo infortunio

▪ *Gesto (calciare / corsa)*

Calciare, saltare, correre e cambiare improvvisamente direzione sono meccanismi che frequentemente causano lesioni muscolari al quadricipite femorale e, in particolare, al retto femorale^{4,3}. In uno studio sul calcio è stato osservato che calciare rappresenta il meccanismo di infortunio più frequente sia nella pre-season che durante la stagione²⁵.

Nel momento in cui avviene l'infortunio si avverte frequentemente un dolore acuto associato alla perdita di funzionalità del quadricipite, anche se a volte il dolore non si sviluppa completamente fino al termine dell'attività sportiva⁴.

Per le lesioni muscolari legate al gesto di calciare non è chiaro l'esatto momento in cui queste si verificano, ma sembrano essere più comuni quando si calcia correndo ad alta velocità o prendendo una rapida rincorsa rispetto a calciare da fermo in quanto calciare e correre creano un importante stress aggiuntivo sul retto femorale; questi, assieme ai cambi di direzione improvvisi, rendono il retto femorale più incline alle lesioni^{23,4,26}. Sembra che il meccanismo di infortunio, indipendentemente dal tipo di lesione, sia legato al gesto di calciare o allo sprint¹⁸.

Uno studio sul rugby ha esaminato l'epidemiologia degli infortuni direttamente attribuibili al gesto di calciare prendendo in considerazione anche le diverse posizioni in campo, il volume e la tipologia di calci effettuati²². È stato osservato che in partita l'incidenza degli infortuni legati al calciare era inferiore rispetto ad altri meccanismi di infortunio, dunque concentrarsi sugli infortuni legati al calciare non rappresenta una priorità (per esempio rispetto a quelli legati al placcaggio)²².

▪ *Meccanismo da contatto / non contatto*

La maggior parte delle lesioni muscolari al quadricipite si sono verificate con un meccanismo lesionale senza contatto (rispettivamente 63,2%, 80,2% e 96% dei casi negli studi di Eckard¹⁴, Cloke¹³ e Ekstrand¹⁵), mentre solo una piccola parte è legata a una condizione di overuse (Eckard¹⁴ 21,9%;

Ekstrand¹⁵ 26%) ad esordio graduale (sono più comuni in altri distretti rispetto a quelle al quadricipite)^{14,15}.

Gli infortuni da contatto si verificano in minor misura rispetto a quelli da non contatto; vi è un minor rischio di avere infortuni da contatto, i quali possono essere legati al gioco scorretto (5%)^{13,15}.

La maggior frequenza degli infortuni da non contatto suggerisce che questi siano legati all'esecuzione di movimenti esplosivi come sprint e salti¹⁴; saltare è un'attività a rischio per le lesioni muscolari del quadricipite per via dell'importante lavoro a cui questi muscoli sono sottoposti durante la fase esplosiva del salto e durante la fase eccentrica dell'atterraggio¹⁴.

Lo sprint richiede che i quadricipiti eseguano un lavoro eccentrico significativo, rendendoli vulnerabili alle lesioni¹⁴.

Nel suo studio Woods ha osservato una percentuale significativamente maggiore di infortuni senza contatto rispetto a quelli da contatto nella pre-season rispetto a durante la stagione (68% preseason vs 29% season); gli infortuni da contatto avvenuti nella pre-season sono significativamente inferiori rispetto a quelli avvenuti durante la stagione agonistica (29% vs 40%)²⁵. C'è differenza statisticamente significativa tra gli infortuni registrati durante la corsa nel pre-season e durante la stagione (25% vs 19%)²⁵.

Non sono state riscontrate differenze di sesso nella distribuzione delle lesioni muscolari da contatto o da non contatto¹⁴.

Arto inferiore infortunato e dominanza

In uno studio sul calcio è stato osservato che la maggior parte delle lesioni muscolari ai quadricipiti (60%) hanno interessato la gamba dominante con cui si calcia, mentre il 33% ha interessato la gamba non dominante; questa differenza osservata è statisticamente significativa¹⁵. In un altro studio sul calcio invece non sono state osservate differenze significative tra il numero di infortuni avvenuti alla gamba dominante e non dominante²⁴.

Nel rugby la maggior parte degli infortuni (81%) avvengono nell'arto che calcia; è stato osservato che questi hanno una severità minore rispetto agli infortuni meno frequenti che interessano l'arto in appoggio durante il gesto di calciare²².

Nel football australiano è stato osservato che le lesioni muscolari ai quadricipiti sono più comuni nella gamba dominante che calcia e sono correlate ai calci²³.

Anche nello studio di Kassarian è stato osservato che negli atleti (calcio, rugby, sprinters) le lesioni muscolari al quadricipite sono più comuni nella gamba che calcia²⁶.

Fattori intrinseci ed estrinseci

Le lesioni muscolari sono multifattoriali, cioè causate da molti fattori di rischio intrinseci ed estrinseci^{24,6}; i fattori intrinseci, ovvero legati all'atleta, sembrano essere maggiormente predittivi di

lesioni muscolari rispetto ai fattori estrinseci che sono legati all'ambiente circostante^{23,26}. Occorre dunque prendere in esame più fattori senza trascurare un parametro a favore di un altro²⁴.

▪ *Fattori intrinseci*

- Anatomici: vi è un maggior rischio di infortunio al retto femorale rispetto ai vasti in quanto questo è bi-articolare, rispetto ai vasti che sono mono-articolari²⁶; i muscoli che attraversano due articolazioni, in questo caso anca e ginocchio, sono maggiormente predisposti a lesioni muscolari^{4,26}.
- Precedente lesione muscolare⁶: avere una storia di lesioni muscolari in un certo gruppo muscolare è il fattore di rischio più importante per future lesioni di quel muscolo²³. Una precedente lesione muscolare al quadricipite aumenta il rischio di nuove lesioni muscolari del retto femorale; inoltre anche una recente lesione muscolare agli hamstrings aumenta significativamente il rischio di infortunio del quadricipite femorale³.
- Forza muscolare⁶: ridotti livelli di forza ai quadricipiti e asimmetrie della loro forza eccentrica possono contribuire a un maggior rischio di lesione muscolare¹⁷. In un altro studio sono state riscontrate in pre-season differenze di forza eccentrica tra gli infortunati rispetto ai giocatori non infortunati³. In nessuno degli studi è stata raggiunta la significatività statistica, forse a causa del limitato numero di giocatori presi in esame (Fousekis) o del ridotto numero di infortuni osservati (Mendiguchia)^{3,17}.

La forza concentrica non rappresenta un fattore di rischio per le lesioni muscolari del quadricipite³.

- Affaticamento muscolare⁶: è stato dimostrato che l'affaticamento muscolare gioca un ruolo nel danno muscolare acuto⁴
- Riscaldamento muscolare: la mancanza di riscaldamento muscolare è un fattore che può influire sull'insorgenza di infortuni⁶; è stato dimostrato che è necessaria una maggiore forza per causare una lesione muscolare in un muscolo preconditionato isometricamente rispetto a un muscolo riscaldato passivamente²³. Non si sa quanto incida il riscaldamento nella prevenzione delle lesioni muscolari, ma è probabile che il riscaldamento attivo sia più utile rispetto al riscaldamento passivo²³.
- Età: vedi il paragrafo dedicato
- Range di movimento (ROM)⁶: è stata riscontrata una differenza statisticamente significativa nel ROM in flessione di ginocchio tra i giocatori infortunati e non infortunati; una diminuzione della flessibilità del muscolo quadricipite rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di lesioni muscolari al quadricipite²⁴. Anche lo studio di Fousekis ha documentato che alterazioni della flessibilità del quadricipite possono predisporre a maggior rischio di lesione muscolare dello stesso¹⁷.

In altri studi, invece, la flessibilità muscolare non viene indicata come un fattore di rischio significativo per lesioni al quadricipite³

- Velocità massima del giocatore: è un probabile fattore di rischio per gli infortuni muscolari²³.

A fronte delle molte asimmetrie anatomiche e funzionali riscontrate nel suo studio, Fousekis ha ipotizzato che queste aumentino la propensione alle lesioni muscolari senza contatto agli arti inferiori nei calciatori professionisti¹⁷; quasi la metà dei giocatori (49%) ha asimmetrie relativamente alla flessibilità, queste caratterizzano anche la forza isocinetica (simmetria solo nell'11% dei casi) e la lassità anteriore del ginocchio (asimmetrie nel 34% dei casi)¹⁷. In allenamento si consiglia di lavorare per colmare le carenze in alcune attività, per esempio nel gesto di calciare⁶.

▪ *Fattori estrinseci*

- Posizione e ruolo in campo²⁶: vedi paragrafo “posizione in campo”
- Temperatura: Kassarian ha osservato che le lesioni del retto femorale sembrano essere più comuni in condizioni di freddo umido²⁶; Orchard invece sostiene che la temperatura non rappresenti un fattore di rischio in quanto non ha riscontrato una relazione significativa tra la temperatura presente durante la partita e le lesioni muscolari avvenute²³.
- Condizioni climatiche e del terreno di gioco: la superficie sulla quale si gioca sembra essere correlata agli infortuni²⁵; le lesioni del retto femorale sono più frequenti in caso di clima secco o quando non si sono verificate piogge significative nella settimana precedente in quanto i campi hanno un terreno più asciutto e duro^{3,23,25,26}.

Da uno studio sui giocatori di football australiano emerge che le lesioni muscolari del quadricipite sono più probabili su terreni settentrionali più asciutti e più duri dove la trazione al suolo è maggiore^{3,26}.

In uno studio sul calcio si sono verificate più lesioni muscolari del retto femorale nella pre-season quando il campo era asciutto (70% degli infortuni avvenuti nella pre-season Vs 51% dei casi durante la stagione)²⁵; gli infortuni legati a terreno bagnato e/o fangoso sono l'8% nella pre-season e il 40% durante la stagione²⁵.

L'associazione tra lesioni muscolari e clima secco suggerisce che il meccanismo della lesione muscolare del quadricipite può comportare un'attività a catena cinetica chiusa e una maggiore trazione al suolo in caso di campo duro^{3,23,26}.

- Campo naturale o sintetico: l'incidenza degli infortuni avvenuti nelle partite è stata inferiore nel gruppo che giocava su campo artificiale rispetto all'erba naturale¹⁵.
- Pallone: in uno studio sul calcio è stato osservato che una minore pressione della palla riduce le forze di impatto e aumenta il tempo di contatto³; al contrario non sono state trovate correlazioni tra lesioni muscolari e pressione della palla in uno studio sui giocatori di football australiano³.
- Livello dello sport praticato: negli adolescenti l'incidenza degli infortuni varia in base alla divisione in cui si gioca, con una maggiore incidenza di infortuni fra gli atleti d'élite¹³.

Per quanto riguarda gli adulti è emerso uno studio in cui l'incidenza degli infortuni che si sono verificati durante gli allenamenti differiva a seconda del livello a cui l'atleta praticava lo sport¹⁵; i calciatori della Swedish First League hanno avuto una maggiore incidenza di infortuni in allenamento rispetto a quelli che giocavano in Champions League¹⁵.

In un altro studio sul calcio non è stata riscontrata nessuna differenza significativa tra la divisione in cui gioca l'atleta e il tasso di infortuni che si sono verificati²⁵.

Momento in cui si verificano gli infortuni

▪ Pre-season / in-season

In uno studio sul calcio è stato osservato che durante la pre-season la maggior parte degli infortuni interessano gli arti inferiori (89%), osservando una maggiore incidenza di lesioni muscolari al quadricipite femorale nel pre-season rispetto a durante la stagione agonistica²⁵. Nello studio di Cloke sono stati osservati 2 picchi d'incidenza durante la stagione che, indipendentemente dal sito di lesione, si sono verificati costantemente a settembre all'inizio della stagione dopo la pausa estiva e a gennaio dopo la pausa invernale¹³. In altri studi invece il picco degli infortuni al quadricipite è avvenuto durante il periodo di preparazione pre-campionato a luglio^{16,26}.

Nel basket le lesioni muscolari sono più frequenti nella pre-season e sono più del doppio di quelle che si sono verificate in qualsiasi altro mese¹⁹. Anche in altri sport vi è una maggiore incidenza di lesioni muscolari al quadricipite femorale nella pre-season (57,8%) rispetto a durante il corso della stagione, in particolare nel basket maschile e in pallavolo, calcio e field hockey femminili¹⁴.

Nel calcio le lesioni muscolari osservate nella pre-season sono state il 19% degli infortuni gravi e il 42% di quelli moderati; il muscolo più comunemente lesionato nella pre-season è il retto femorale (29%), mentre durante la stagione agonistica rappresenta solo il 14% delle lesioni avvenute in quanto sono più frequenti lesioni ad altri gruppi muscolari²⁵. Durante la stagione la probabilità di andare incontro a una lesione muscolare (incidenza) del quadricipite è rimasta abbastanza costante¹⁶.

Gli infortuni che avvengono nella pre-season potrebbero essere legati alla natura della preparazione pre-campionato dedicata prevalentemente all'allenamento fisico^{16,25}; in questo periodo della stagione solitamente avviene un aumento di intensità e volume dell'allenamento esponendo gli atleti a un maggiore rischio di andare incontro a lesioni muscolari, in quanto dopo il periodo di riposo della pausa estiva gli atleti decondizionati vengono improvvisamente sottoposti a un allenamento intensivo con grossi carichi di lavoro^{13,14,25}. La perdita di condizionamento potrebbe essere correlata sia al picco di infortuni che avviene dopo la pausa estiva, sia a quello che avviene dopo la pausa invernale¹³.

È stato osservato che vi è un maggior rischio di lesioni muscolari all'aumento di intensità, durata e frequenza della corsa²⁵. Nel periodo di preparazione vengono inoltre effettuati volumi importanti di calci che assieme ai grossi volumi di corsa rappresentano attività particolarmente stressanti per il retto femorale e che potrebbero portare a una condizione di overuse²⁵; gli infortuni che si verificano

nel pre-campionato sembrano essere legati in gran parte a uno squilibrio tra carico e capacità di carico, mentre gli infortuni traumatici sono meno comuni a causa delle poche partite giocate¹⁶. Nel basket il 40% delle lesioni che si sono verificate nella pre-season sono dovute a overuse¹⁹.

Come visto nella sezione “fattori intrinseci”, le asimmetrie della lunghezza muscolare e gli squilibri di forza sono associati a un aumentato rischio di lesioni muscolari¹⁴; queste asimmetrie e squilibri possono essere maggiori durante la pre-season in quanto gli atleti provengono da un periodo di riposo in cui hanno ridotto i livelli di attività e l’aderenza a programmi di esercizi a scopo preventivo¹⁴.

Nel pre-season bisogna porre particolare attenzione ai giocatori più giovani (17–25 anni e settori giovanili) in quanto questi hanno una maggiore probabilità di subire un infortunio nel precampionato rispetto ai giocatori più anziani²⁵; Woods ipotizza che i giocatori più giovani subiscono maggiori effetti fisiologici e metabolici dannosi durante la pausa estiva se non viene eseguito un programma di mantenimento, lasciandoli meno preparati fisicamente per l’allenamento pre-campionato e quindi a maggior rischio di infortuni²⁵. L’esperienza dei giocatori più anziani nell’affrontare le esigenze fisiche e mentali durante questo periodo della stagione potrebbe giocare in loro favore provocando un minore numero di infortuni²⁵.

Inoltre è stato osservato che negli sport paragonabili per sesso le donne hanno una maggiore incidenza di lesioni muscolari al quadricipite femorale rispetto agli uomini sia nel pre-season, ma anche durante la stagione (in misura minore)¹⁴; sono state riscontrate differenze nei tassi di infortunio avvenuti durante la stagione nel baseball/softball e nell’indoor track¹⁴.

▪ *Allenamento / partita*

È stato riscontrato un maggior tasso di lesioni muscolari del quadricipite nelle donne rispetto agli uomini, nelle competizioni rispetto agli allenamenti e nella preseason rispetto alla regular season¹⁴. In tutti gli sport osservati in questo studio il tasso di lesione muscolare del quadricipite era più alto nella competizione rispetto che in allenamento¹⁴; questo potrebbe essere legato al fatto che nelle competizioni vi è un’intensità maggiore e vengono effettuate contrazioni muscolari più forti associate a una maggiore fatica rispetto a quanto avviene negli allenamenti, esponendo così gli atleti a maggior rischio di lesioni muscolari¹⁴.

Tuttavia si è verificato un maggior numero di infortuni negli allenamenti (77,8%) rispetto alle competizioni, probabilmente per via del maggior numero di allenamenti rispetto alle competizioni in una stagione¹⁴.

In uno studio si segnala che gli infortuni sono più comuni quando il riscaldamento non è stato adeguato o si è verificato un overtraining²⁶.

Nel calcio l’incidenza di lesioni muscolari nelle partite è 6 volte superiore rispetto all’allenamento¹⁵. Durante i 90 minuti della partita gli infortuni muscolari alla coscia tendono ad avvenire meno frequentemente nei primi 15 minuti di ciascun tempo e si verificavano più frequentemente verso la fine di ciascun tempo mostrando una tendenza significativa per le lesioni del quadricipite¹⁵; si

potrebbe ipotizzare che la stanchezza possa influire sugli infortuni¹⁵. Nello studio di Cloke sul calcio è stato osservato che circa la metà degli infortuni (50,4%) si sono verificati nelle competizioni¹³. Il rischio di lesioni muscolari aumenta con il passare del tempo durante la partita¹³; questo rischio è aumentato alla fine della prima parte del primo tempo e si mantiene per tutto il secondo tempo nonostante la presenza dell'intervallo (potrebbe non essere sufficiente per recuperare dalla fatica)¹³. In un altro studio sul calcio il 57% degli infortuni si sono verificati durante le partite e il 43% durante l'allenamento¹⁶; l'incidenza delle lesioni muscolari ha mostrato una tendenza crescente sia nel primo che nel secondo tempo¹⁶.

Una squadra di calcio ideale formata da 25 giocatori può aspettarsi circa 10 lesioni muscolari alla coscia ogni stagione, di cui 3 ai quadricipiti¹⁶.

Durante le partite di rugby l'incidenza degli infortuni che si sono verificati calciando è stata 22 volte maggiore rispetto a quella riscontrata negli allenamenti²². Negli infortuni avvenuti è importante il fattore tempo, i due terzi di tutti gli infortuni legati al gesto del calciare si sono verificati nel secondo tempo²².

Nelle partite il fattore tempo influisce sull'incidenza degli infortuni legati al gesto di calciare²²; la maggior parte di questi si sono verificati nella seconda parte della partita o durante il riscaldamento²². Gli autori hanno ipotizzato che con il passare del tempo vi siano dei decrementi nella tecnica associati alla fatica²².

In uno studio sul basket sono stati monitorati i giocatori per anni riscontrando che il rischio maggiore di lesioni muscolari si aveva all'ottavo campionato osservato e aumentava in modo significativo con l'aumentare della durata della carriera¹⁹.

Ruolo/posizione in campo

Nel calcio non è stata osservata alcuna differenza significativa tra la posizione del calciatore in campo e l'incidenza di infortuni²⁵. In un altro studio sul calcio, invece, la posizione del giocatore ha influenzato il rischio di infortuni muscolari¹³; i centrocampisti hanno subito l'11,3% degli infortuni alla coscia, gli attaccanti il 10,6%, i difensori l'8,8% e i portieri l'8%¹³. I centrocampisti hanno riportato il maggior numero di infortuni, difensori e portieri invece hanno avuto il minor numero di infortuni¹³. I centrocampisti sono i più a rischio, forse perché coprono le maggiori distanze durante la partita con frequenti accelerazioni e decelerazioni¹³.

Non c'è alcuna associazione tra sito anatomico e la posizione in campo in quanto i differenti tipi di lesioni al quadricipite femorale si sono verificate indipendentemente dalla posizione del giocatore¹³.

Nello studio di Lazarczuk sul rugby è stato osservato che i giocatori in alcuni ruoli sono più interessati da lesioni muscolari al quadricipite²²; sembra che l'insorgenza di lesioni muscolari sia maggiormente legata alla posizione in campo rispetto all'esposizione ai calci in quanto non vi è una relazione tra i calci eseguiti in partita e il numero di infortuni avvenuti²². Il rischio di infortunio può essere distinto a seconda della posizione in campo²²:

- i mediani d'apertura (fly-half) hanno una maggiore incidenza di infortuni legati al gesto di calciare e una propensione media agli infortuni legati al calciare. Questi giocatori eseguono il maggior volume di calci per incontro (46%); la metà dei fly-half sostiene anche la maggior parte degli infortuni legati al calciare (47%)
- gli scrum-halves (mediano di mischia) hanno una propensione molto bassa per gli infortuni legati al calciare; eseguono un quarto di tutti i calci
- le ali (wingers), il tre quarti centro (centers), l'estremo (full backs) e gli avanti (forwards) hanno tutti un'elevata propensione agli infortuni legati al gesto di calciare. I backs (trequarti) eseguono il 99% di tutti i calci esponendoli a un meccanismo potenzialmente dannoso²².

Il fly-half subisce il maggior numero di infortuni calciando (propensione media), gli scrum-halves hanno una propensione molto bassa per kicking injury; forwards e other backs hanno un'alta propensione per kicking injury²².

Esami strumentali per la valutazione della lesione

La maggior parte delle lesioni muscolari acute del quadricipite femorale possono essere diagnosticate con anamnesi e esame clinico approfondito⁴. L'imaging può essere un utile complemento alla valutazione clinica in quei casi in cui la diagnosi è incerta o sono necessari ulteriori dettagli riguardo al tipo e alla localizzazione della lesione muscolare^{4,5}. Le metodiche che vengono comunemente utilizzate sono ecografia o risonanza magnetica⁴; le radiografie solitamente risultano essere normali nelle lesioni muscolari acute, ma possono essere utili per la diagnosi differenziale o per problematiche croniche⁴.

▪ *Ecografia*

L'ecografia è un'eccellente modalità di imaging per visualizzare i muscoli e i tendini del quadricipite, rappresenta in molti casi l'unico esame strumentale eseguito per via dei vantaggi legati a questa tipologia di indagine diagnostica, di seguito elencati: ^{4,5,12}

- facilmente accessibile nella pratica clinica e poco costosa (è più economica rispetto alla RMN)^{5,12}
- assenza di controindicazioni⁵
- consente un'eccellente visualizzazione della porzione prossimale del retto femorale⁵
- possibilità di visualizzare dinamicamente i muscoli durante contrazione e rilassamento^{4,5}
- possibilità di comparare i reperti con il lato sano in caso di dubbi⁵
- permette di valutare l'emorragia e la formazione di ematomi tramite Doppler⁴
- esame ottimale nei follow-up delle lesioni per determinare quando un atleta può riprendere l'attività agonistica⁵.

Fra i limiti di questa metodica:

- operatore dipendente; è altamente dipendente dall'operatore e dalla sua esperienza pertanto per un'eccellente visualizzazione delle strutture in esame deve essere eseguita da personale adeguatamente formato utilizzando apparecchiature di alta qualità^{4,5}
- a differenza della RMN è possibile la perdita di alcuni dettagli e informazioni²⁶.

▪ *Risonanza magnetica*

La risonanza magnetica non è raccomandata né è necessaria per l'imaging di routine nelle lesioni muscolari in quanto anamnesi ed esame obiettivo sono nella maggior parte dei casi sufficienti per diagnosticarle²⁷. In casi dubbi è utile se eseguita in aggiunta all'esame fisico poiché fornisce immagini dettagliate della lesione avvenuta^{27,6,4}; grazie al suo ottimo contrasto tissutale permette di valutare simultaneamente il piano muscolare, articolare ed osseo visualizzando il quadricipite femorale, la regione coxofemorale e il ginocchio al fine di definire oggettivamente localizzazione e dimensione della lesione all'interno del muscolo^{5,6,27}. I risultati ottenuti, uniti all'esame fisico, permettono di diagnosticare e classificare le lesioni muscolari del retto femorale in 3 differenti gradi a seconda dell'entità e della gravità del danno, sia per lesioni prossimali che distali del retto femorale^{28,3,26,27}.

Rappresenta un'indagine diagnostica di seconda istanza perché non sempre è disponibile e ha un alto costo⁵. È possibile effettuare RMN solo ad atleti professionisti nei casi in cui siano necessarie diagnosi e prognosi accurate per la previsione delle tempistiche di recupero^{6,26,28}; in un atleta non professionista il costo dell'accertamento diagnostico stesso rende la RMN una strategia non attuabile⁶.

Gli autori di questo studio suggeriscono di effettuare RMN sia in atleti professionisti che non professionisti nel caso di lesioni con dolore cronico che supera le 8 settimane al fine di valutare possibili complicanze⁶. Le lesioni che coinvolgono il tendine intramuscolare del retto femorale (RF-CT), chiamate bull's eye lesions, presentano edema focale e talvolta fluido sulla giunzione miotendinea ed emorragia^{2,6,20}. In caso di dolore anteriore alla coscia e/o disfunzione dopo 2-3 settimane di riabilitazione è lecito sospettare la presenza di questo tipo di lesione⁶.

Alla RMN sono state osservate anche lesioni in cui si è verificata una retrazione del complesso miotendineo determinando una lesione degloving intramuscolare del retto femorale²⁰. In questo tipo di lesione avviene una dissociazione (parziale o completa) del ventre muscolare interno (cioè la componente bipennata) dal muscolo esterno circostante (cioè la componente unipennata), con o senza retrazione associata²⁰. Le implicazioni biomeccaniche di questa lesione da degloving intramuscolare non sono chiare e dovrebbero essere oggetto di ulteriori studi²⁰. In questo studio sono state osservate lesioni da degloving solo nel 9% di tutte le lesioni del retto femorale²⁰.

Fra le criticità di questa metodica strumentale si segnalano alcune controindicazioni come l'impossibilità di effettuarla a portatori di pacemaker⁵; inoltre si può avere un risultato negativo alla

RMN nonostante forti indicatori di lesione muscolare, nonostante le probabilità che questo avvenga siano inferiori rispetto a quando viene svolta l'indagine ecografica^{6,26}.

Classificazione, dimensione e sito della lesione

La maggior parte degli infortuni si sono verificati al retto femorale²²; la lesione muscolare del retto femorale più comunemente descritta in letteratura interessa la giunzione muscolotendinea distale situata vicino all'articolazione del ginocchio^{3,4,6,18}. Più recentemente, grazie alle indagini strumentali (RMN), è stato riconosciuto un secondo tipo di lesione muscolare del retto femorale prossimalmente all'interno del ventre muscolare, chiamato "lesione intramuscolare del tendine centrale del retto femorale", che rappresenta la sede più comune degli infortuni muscolari al retto femorale che si verificano nel calcio^{3,6}. Nonostante le lesioni distali siano più frequentemente descritte, non è noto quale tipo di lesione sia più comune¹⁸; non sappiamo il motivo per cui la lesione si verifica in un sito anziché in un altro nonostante il medesimo meccanismo lesivo¹⁸.

Altre posizioni in cui possono verificarsi le lesioni del retto femorale sono la giunzione del tendine congiunto con il ventre muscolare e l'area periferica del retto femorale (RF-Peri)³.

Le lesioni muscolari possono essere classificate in differenti modi in quanto esistono differenti classificazioni⁴.

Dall'analisi della letteratura è emerso uno studio in cui è stata utilizzata la classificazione ecografica di Peetrans: gli infortuni avvenuti al retto femorale vengono suddivisi in 3 differenti gradi a seconda dell'entità della lesione, le lesioni di I° grado erano localizzate principalmente nel tendine centrale distale, mentre quelle di II° grado prossimalmente¹².

In un altro studio vengono discusse le classificazioni basate sull'esito della RMN: le lesioni al retto femorale possono essere classificate con i tradizionali sistemi di classificazione delle lesioni muscolari, tuttavia con la tradizionale classificazione a 3 gradi possono essere difficili da classificare, inoltre non mostrano utilità clinica o valore prognostico²⁰.

Prendere in considerazione durante la valutazione il dolore, la perdita di forza e i risultati dell'esame fisico aiuta a fornire una guida per il trattamento, la riabilitazione e l'eventuale ritorno al gioco⁴.

Soltanto uno studio riporta dati relativi alle dimensioni della lesione muscolare; vi è similitudine nei dati relativi alla lunghezza delle lesioni muscolari sia prossimali che distali, rispettivamente 4,4 cm e 4,5 cm¹².

Tempo di assenza dallo sport

Negli studi analizzati vengono usate differenti definizioni in riferimento al tempo in cui l'atleta resta fermo senza praticare sport:

- RI (intervallo di riabilitazione)
- SPA (sports participation absence), è il tempo di assenza dall'attività sportiva in cui un atleta non è in grado di partecipare
- Delayed days

In generale le lesioni muscolari hanno causato in media 7,4 giorni persi rispetto ai 3,3 giorni persi per contusioni, tuttavia questi dati non sono specifici per lesioni al quadricipite¹⁹.

In presenza di una lesione muscolare al quadricipite femorale il tempo di riabilitazione differisce a seconda del distretto interessato, qui di seguito sono riportate le tempistiche medie ottenute in diversi studi⁶:

- Vasti: 4,42 giorni (RMN)⁶ - 9,5 giorni (ecografia)¹²
- Retto femorale - periferico (RF-peri): 9,17 giorni (RMN)⁶ - 15,31 giorni (ecografia)¹². Le lesioni del retto femorale hanno una prognosi peggiore rispetto alle lesioni muscolari ai vasti, in particolare le lesioni al tendine centrale¹¹.
- Tendine centrale del retto femorale (RF-CT): 26,85 giorni (RMN)⁶. Le tempistiche di recupero di una bull's eye lesion sono molto più lunghe rispetto alle altre lesioni del retto femorale (27 giorni vs 9 giorni di riabilitazione)^{2,6,11}; nel calcio e nel football australiano è stato osservato un tempo di riabilitazione significativamente più lungo e il ritorno allo sport è ritardato rispetto a lesioni avvenute altri distretti^{3,6}.
- Esame strumentale negativo: in alcuni casi vi era forte sospetto in anamnesi ed esame obiettivo per una lesione muscolare, ma questa non è stata riscontrata alla RMN o ecografia⁶. Nello studio di Balius sono stati osservati casi di dolore alla coscia senza riscontro ecografico (Peetrons grado 0), il loro tempo di recupero è stato in media pari a 6,5 giorni ed è risultato superiore rispetto a quanto riscontrato nello studio Cross^{6,12}.

Sono state osservate le tempistiche di recupero anche relativamente alla localizzazione della lesione: per lesioni prossimali sono stati necessari in media 10,78 giorni, mentre per lesioni "medie" sono stati necessari 16,18 giorni in media⁶; vi è differenza statisticamente significativa tra i due siti di infortunio, le lesioni a metà coscia hanno una prognosi peggiore rispetto a quelle prossimali^{6,28}.

Nelle lesioni prossimali possiamo osservare il shearing phenomenon descritto da Hughes che potrebbe contribuire ad aumentare il tempo SPA con una prognosi peggiore e sfavorevole rispetto alle lesioni distali^{12,26}.

Combinando sito anatomico e localizzazione della lesione si è ottenuto un maggior tempo di recupero in presenza di una lesione localizzata nel sito medio e classificata come RF-CT alla RMN⁶; in questa

occasione la tempistica media è di 34,20 giorni⁶. Vi è una differenza statisticamente significativa rispetto alle lesioni avvenute nei siti sia prossimale che medio che coinvolgono vasti o RF-peri⁶.

Relativamente alla dimensione della lesione è stato osservato che lesioni di lunghezza pari a 13 o più centimetri hanno un tempo medio di recupero di 20,58 giorni⁶; questa tempistica di recupero è statisticamente e significativamente diversa rispetto alle lesioni di lunghezza 1-7 cm (9,42 giorni in media) e 8-12 cm (5,70 giorni in media)⁶. In occasione di lesioni RF-CT di lunghezza pari o superiore ai 13 cm l'intervallo medio di riabilitazione è di 32,66 giorni⁶; questa combinazione ha una differenza statisticamente significativa rispetto alle combinazioni di infortuni ai vasti o periferici al retto femorale e lesioni di lunghezza fino ai 12 cm⁶. Lesioni di lunghezza superiore a 13 cm richiedono una media di 20 giorni di riabilitazione, mentre per lesioni di lunghezze inferiori sono sufficienti da 5 a 9 giorni di riabilitazione²⁸.

Nello studio di Balius si è osservata un maggiore tempistica necessaria per il recupero, che è pari a 45,1 giorni a livello prossimale quando la lunghezza della lesione è di 4,0 cm¹². Questo valore aumenta di 5,3 giorni ad ogni aumento di 1 cm della dimensione della lesione¹². In caso di lesione a livello distale il tempo SPA è di 32,9 giorni quando la lunghezza della lesione è di 3,9 cm¹²; questo valore aumenta di 3,4 giorni ad ogni aumento di 1 cm¹². In generale si è ottenuto un tempo SPA di 39,1 giorni per una lesione di 4,2 cm, che aumenta di 4,2 giorni per ogni unità di lunghezza¹². Dunque lo SPA è significativamente più alto nelle lesioni prossimali (45,1 giorni) rispetto alle lesioni distali (32,9 giorni)¹²; ciò potrebbe essere correlato al maggior numero di lesioni gravi verificatesi nel gruppo prossimale rispetto al gruppo distale e un possibile ritardo nella consultazione (possono passare per clinicamente inosservate)¹².

Per le lesioni con SPA più breve (< 30 giorni) non è stata osservata una differenza significativa nella dimensione della lesione prossimale o distale¹²; nel gruppo SPA 31-45 giorni è invece stata riscontrata una differenza significativa con una dimensione significativamente inferiore a livello prossimale (3,88 cm) rispetto che a livello distale (7,67 cm)¹². Nelle lesioni con un tempo SPA maggiore a 45 giorni la dimensione della lesione a livello prossimale (6,0 cm) è maggiore rispetto ai periodi SPA più brevi¹²; non può essere confrontata con quella distale poiché c'erano solo due di questi casi¹².

Le lesioni con maggiore dimensione hanno anche SPA più lunghi, la dimensione della lesione è correlata con il tempo SPA sia distalmente che prossimalmente, tuttavia la sola dimensione della lesione non è sufficiente per prevedere il tempo SPA, ma occorre considerare anche altre variabili¹². In tutti i casi una maggiore dimensione della lesione è associata a un maggiore tempo SPA¹².

Nelle lesioni prossimali c'è una correlazione diretta tra dimensione della lesione e SPA¹².

In questo altro studio la lunghezza della lesione non era correlata a un intervallo di recupero più lungo²⁶.

Il tempo medio di recupero osservato a seconda dell'area di sezione trasversale (CSA%) è stato⁶:

- 8,89 giorni per CSA% dall'1% al 14%
- 14,56 giorni per CSA% dal 15% al 24%
- 16,11 giorni per CSA% maggiori al 25%

Le tempistiche riscontrate per lesioni dall'1% al 14% del CSA% sono statisticamente e significativamente diverse rispetto alle altre⁶. Le lesioni RF-CT combinate a CSA% dal 15% al 24% hanno un tempo medio di recupero di 30 giorni, contro i 35,33 giorni delle lesioni con CSA% superiore al 25%⁶; mostrano una differenza statisticamente significativa rispetto a lesioni RF-peri o ai vasti combinate a qualsiasi CSA%⁶.

Un coinvolgimento dell'area della sezione trasversale del 15% o più indica un tempo medio di riabilitazione da 14 a 16 giorni, mentre per un'area inferiore al 15% sono necessari 8 giorni di riabilitazione²⁸.

Una maggiore area della sezione trasversale e una maggiore lunghezza della lesione muscolare rilevata nella RMN sono criteri predittivi per una prognosi peggiore²⁸. In un altro studio non è stata raggiunta la significatività statistica ma è stata osservata una tendenza a un intervallo di recupero più lungo²⁶.

Per quanto riguarda il grado della lesione è stata osservata una differenza statisticamente significativa nelle tempistiche per il recupero di lesioni di grado I e II (rispettivamente 27,7 giorni e 46,3 giorni in media), sia a livello prossimale che distale¹².

Nonostante non vi siano differenze significative è stato osservato che lo SPA per infortuni prossimali di grado 1 e 2 (32,3 e 48,7 giorni) è maggiore rispetto quello osservato a livello distale (5,9 e 42,9 giorni)¹². Vi è invece una differenza significativa tra lesioni prossimali di grado 1 e di grado 2, e tra lesioni distali di grado 1 e 2¹². Non sappiamo se ci sono differenze tra lesioni di grado 1 e 3 e tra lesioni di gradi 2 e 3 poiché le lesioni di 3° grado osservate sono esigue¹². Dunque il grado dell'infortunio è importante e influenza il tempo SPA¹².

In conclusione nelle lesioni muscolari acute del quadricipite femorale la prognosi dipende in modo significativo sia dal sito che dalle dimensioni della lesione (CSA% e lunghezza)⁶. Il predittore più significativo del RI è la precisa posizione anatomica della lesione muscolare⁶; in particolare la diagnosi RF-TC che coinvolge il tendine centrale del retto femorale ha una prognosi meno favorevole ed è associata a una riabilitazione prolungata che evolve in modo irregolare^{6,12}; nel caso in cui la lesione sia a livello prossimale questa è associata a un maggiore SPA rispetto che a livello distale¹².

Le lesioni RF-peri più grandi hanno un RI significativamente più breve rispetto alle lesioni RF-TC più piccole⁶.

I casi di lesioni ai vasti hanno un RI significativamente più breve (media 4,4 giorni) rispetto ai casi RF-CT (media 26,9 giorni), ma un RI simile ai casi RF-peri e MRI negativi (media 9,2 e 5,7 giorni, rispettivamente)⁶. Gli autori ipotizzano che un RI più breve associato ai casi di lesione ai vasti possa essere correlato al fatto che una grande massa muscolare agisce sinergicamente attorno al muscolo

coinvolto e che questi muscoli attraversano solo un'articolazione e sono composti prevalentemente da fibre di tipo 1⁶.

L'IR medio per la categoria MRI-negativa, nel nostro studio, era di 5,7 giorni⁶; in questo caso la svista della lesione potrebbe appartenere alle categorie di lesioni più "benigne" come RF-peri o vasti⁶.

I pazienti con una lesione di grado II hanno un tempo SPA più lungo di quelli con una lesione di grado I sia che la lesione si trovi prossimale che distale¹². Una maggiore lunghezza della lesione corrisponde a un tempo SPA più lungo, ma la sola lunghezza della lesione non è sufficiente per prevedere il tempo SPA di una lesione del tendine centrale RF¹².

A seconda del livello settale interessato, del grado di lesione e del tempo SPA, abbiamo riscontrato una distribuzione abbastanza uniforme, con una percentuale significativa di casi risolti prima di un mese e una percentuale simile tra un mese e un mese e mezzo dopo la diagnosi¹².

In questo studio non vengono presentati dati relativi al tempo di recupero, ma è stato osservato che gli infortuni avvenuti durante la preseason tendevano ad essere meno gravi rispetto a quelli avvenuti durante la stagione agonistica, con una percentuale significativamente maggiore di infortuni lievi e minori osservati durante la pre-season rispetto a durante la stagione (40% vs 31%; tabella 2)²⁵.

La dimensione della lesione muscolare, valutata stimando la CSA%, e la sua lunghezza sono entrambe predittive indipendentemente dell'IR⁶.

Relativamente al meccanismo con cui si è verificata la lesione è stato osservato che il tempo di recupero cambiava a seconda che la lesione fosse da contatto o non da contatto, con un maggior tempo di recupero a carico delle lesioni da contatto rispetto a quelle da non contatto¹³. Gli infortuni legati al gesto di calciare hanno una severità in media maggiore quando si verificano all'arto in appoggio rispetto a quelli avvenuti all'arto che calciava, bilanciando così la maggiore frequenza delle lesioni muscolari che si verificano all'arto che calcia (tempo di assenza rispettivamente di 6,3 e 5,9 giorni)²².

Return To Play

Non ci sono linee guida o criteri universalmente applicabili per il ritorno sicuro allo sport in seguito a infortunio muscolare^{4,21,26}. I fattori che si dovrebbero prendere in considerazione sono:

- range di movimento del ginocchio, deve essere completo e indolore
- forza simile al lato controlaterale, può essere valutata tramite test isocinetico
- test funzionali sul campo⁴.

Il tempo di restrizione della partecipazione era limitato a meno di 1 settimana nella maggior parte (79,3%) degli atleti con lesioni muscolari del quadricipite, nel 45,6% dei casi queste lesioni causavano una restrizione della partecipazione inferiore alle 24 ore, solo il 3,3% delle lesioni muscolari del quadricipite sono state classificate come gravi¹⁴. Nello studio di Ekstrand, invece, il 58% degli infortuni ha comportato assenze per più di 1 settimana e l'11% era grave, causando assenze per più di 4

settimane dall'allenamento e dalle partite¹⁵; le lesioni muscolari del quadricipite hanno causato assenze significativamente più lunghe (17 giorni) rispetto a lesioni muscolari localizzate in altre sedi¹⁵. Sebbene la maggior parte dei calciatori sia stata in grado di tornare a disputare le partite entro 4 settimane, gli infortuni muscolari sono un problema per i giocatori e i loro club¹⁵. Una squadra di calcio d'élite composta da 25 giocatori può aspettarsi circa 15 infortuni muscolari ogni stagione, con 2 settimane perse per ogni infortunio¹⁵. Una squadra ideale può aspettarsi 8 infortuni gravi a stagione con 37 giorni persi in media per ognuno di questi infortuni, viene perso circa il 12% della stagione a causa di un infortunio¹⁶.

Gli sport con maggiore percentuale di gravi lesioni al quadricipite sono il calcio maschile e femminile (6,3% e 5,3%) e il basket femminile (5,0%). Negli sport paragonabili per sesso la proporzione di lesioni gravi del quadricipite non differiva tra uomini e donne (5,2% contro 2,0%)¹⁴. Negli studi sul calcio il 16% degli infortuni è stato classificato come grave, ovvero che causa più di 28 giorni consecutivi di assenza dall'allenamento¹³; il 48,7% delle lesioni gravi erano infortuni muscolari al quadricipite^{13,16}.

Negli atleti d'élite è importante riconoscere precocemente eventuali lesioni del tendine intramuscolare in quanto richiedono tempistiche prolungate per il ritorno in campo, maggiori rispetto ai 15 giorni necessari per le lesioni periferiche del retto femorale²; per le lesioni RF-CT sono necessari 28 giorni per lesioni di grado 1 e 46 giorni per lesioni di grado 2 rispetto². Il tempo per il RTP delle lesioni prossimali è di 49 giorni contro i 32 giorni delle lesioni distali².

Per le lesioni da degloving le informazioni relative alle implicazioni prognostiche sono scarse e devono essere studiate in modo più dettagliato²⁰.

Soltanto in uno studio si menzionano le tempistiche in seguito a re-injury, che ammontano in media a 12 giorni per il RTP¹³.

Proposte terapeutiche

Il trattamento delle lesioni muscolari del quadricipite e del retto femorale dipende dall'entità della lesione; la maggior parte delle lesioni acute di grado I e II sono gestiti in modo conservativo, la chirurgia per queste lesioni è rara e viene riservata a casi particolari come complicanze o problemi cronici²⁸.

Non esistono linee guida uniformi o universalmente applicabili per il trattamento delle lesioni muscolari per il RTS dopo l'infortunio, occorre tenere conto di molteplici fattori tra cui il tipo di lesione, il momento della stagione, lo sport e il livello a cui viene praticato, la posizione in campo del giocatore, la gamba dominante^{21,26}. Di seguito viene esposto quanto emerso dagli studi analizzati.

Per le lesioni al quadricipite in letteratura viene proposta la gestione della fase acuta seguita da una graduale riabilitazione nella fase di rimodellamento⁶.

Nella fase acuta, solitamente nelle prime 24-72 ore, si mettono in atto strategie quali riposo, ghiaccio, compressione e elevazione per ridurre al minimo sanguinamento ed edema^{4,6,26}. Si consiglia di applicare la crioterapia per 15-20 minuti alla volta e di mantenere il quadricipite relativamente

immobile, la compressione può aiutare a diminuire il flusso sanguigno e, accompagnata dall'elevazione, servirà a diminuire sia il flusso sanguigno che l'accumulo di liquido interstiziale in eccesso⁴. In caso di lesioni di grado 2-3 potrebbe essere necessario l'utilizzo delle stampelle per consentire riposo e immobilizzazione del quadricipite⁴.

A riguardo dell'utilizzo di farmaci, in alcuni studi viene consigliata l'assunzione di farmaci antinfiammatori non steroidei (FANS) nelle prime 48 ore per ridurre il dolore e consentire un rapido ritorno all'attività, tuttavia gli effetti a lungo termine dei FANS sulle lesioni muscolari non sono noti e in alcuni studi si raccomanda solo un breve ciclo di 3-7 giorni^{4,28}. Al contrario, l'uso di corticosteroidi è sconsigliato perché sembra poter ritardare la guarigione e ridurre la forza biomeccanica del muscolo lesionato⁴.

A seconda della gravità della lesione questo periodo di riposo può durare alcuni giorni; occorre evitare un trattamento precoce aggressivo del muscolo infortunato per evitare ulteriori danni ai tessuti, infiammazione prolungata e ritardo nei tempi di recupero, facilitando così una guarigione più rapida e il ritorno all'attività sportiva^{4,26}.

Successivamente alla fase acuta, solitamente dopo 3-5 giorni circa, è possibile iniziare la fisioterapia con mobilizzazione per il recupero del ROM e contrazioni isometriche evitando il dolore^{4,26}. Gli esercizi di rinforzo dovrebbero essere eseguiti in un range di movimento indolore⁴; nel momento in cui tutti gli esercizi possono essere completati senza dolore né indolenzimento si può passare agli step successivi, ovvero contrazioni eccentriche contro resistenza manuale e successivamente a esercizi più complessi contro diversi tipi di resistenza (isotonici e isocinetici)^{4,26}.

Una volta che non c'è più dolore con gli esercizi di resistenza si può iniziare l'allenamento funzionale introducendo la corsa, inizialmente a giorni alterni per poi progressivamente ritornare allo stato pre-infortunio^{4,26}. Una volta completate tutte queste fasi con il ritorno ai livelli di prestazione pre-infortunio in assenza di dolore, il giocatore torna ad allenarsi con la squadra²⁶.

In un altro studio è stato attuato un programma di corsa e calci articolato in 4 fasi combinato a fisioterapia intensiva (trattamento tessuti molli, rinforzo muscolare e stretching gradualmente)⁴. Questo programma poteva essere iniziato nel momento in cui il ROM passivo era completo e indolore e potevano essere fatti salti monopodali senza dolore (3 serie da 10 ripetizioni)⁴. Nella prima fase veniva iniziato un programma di jogging, successivamente vengono introdotte altre attività come striding (marcia a passi lunghi) e sprinting e si inizia a calciare piano una palla leggera per poi, nell'ultima fase, calciare per lunghe distanze inserendo anche esercizi di corsa sport specifici⁴. Il passaggio alla fase successiva poteva avvenire dopo aver completato una fase con successo e senza dolore⁴. Anche nello studio di Balius il requisito per passare alla fase successiva è l'assenza di dolore; il protocollo adottato ha evitato ricadute¹².

Nel caso di una bull's eye lesion accertata (la sospetti se alla seconda o terza settimana di riabilitazione c'è ancora dolore anteriore alla coscia e/o è presente disfunzione) va riposta particolare attenzione nel trattamento riabilitativo, in particolar modo nella fase iniziale per limitare il

sanguinamento⁴; tuttavia nei futuri studi dovrebbero essere indagati meglio gli interventi di trattamento più appropriati per queste lesioni, caratterizzate da tempistiche per il RTP prolungate rispetto ad altre lesioni^{2,4}.

Bisogna segnalare che nella gestione di una squadra di professionisti, in caso di approccio troppo conservativo che tiene l'atleta lontano dal campo per troppo tempo sarebbe impossibile la gestione della squadra²⁶. Per questo motivo alcuni preferiscono avere un protocollo che consenta il 90% di ritorno in campo entro poche settimane invece di aspettare di rientrare al 100% perché richiede un'attesa di 8 settimane²⁶.

Prevenzione e re-injury

▪ *Prevenzione*

Le lesioni muscolari sono infortuni comuni nel pre-season e durante la stagione agonistica²⁵; l'incidenza delle lesioni muscolari al quadricipite è più alta nella pre-season rispetto a durante la stagione¹⁴. Questo è dovuto, forse, alla condizione atletica degli atleti che iniziano gli allenamenti pre-campionato in condizioni di ridotto condizionamento e di ridotta flessibilità muscolare¹⁴. Tenendo in considerazione la loro frequenza, le lesioni muscolari del quadricipite e del retto femorale richiedono strategie di prevenzione specifiche che incomincino già durante la pre-season al fine di evitare questi infortuni nel pre-campionato, poiché possono predisporre i giocatori a recidive durante la stagione²⁵. Nonostante non si conosca in modo dettagliato l'efficacia di questi programmi di prevenzione, è consigliabile effettuare uno screening pre-campionato per rilevare i principali fattori di rischio intrinseco connessi alle lesioni da non contatto (vedi paragrafo fattori intrinseci)^{13,17,24}; per prevenire le lesioni del retto femorale gli esperti raccomandano di agire su³:

- flessibilità dei muscoli degli arti inferiori, in particolare dei quadricipiti femorali²⁴
- forza degli arti inferiori (un adeguato condizionamento muscolare pre-campionato potrebbe ridurre l'incidenza degli infortuni di inizio stagione)^{13,17}
- core stability³.

Poiché la maggior quantità di lesioni muscolari si verifica in concomitanza della preparazione pre-campionato, queste potrebbero essere correlate ai maggiori carichi di lavoro che solitamente caratterizzano questo periodo²⁵; si consiglia una revisione dei metodi di allenamento durante la pre-season, reintroducendo gradualmente l'allenamento dopo la prolungata sosta estiva e monitorando attentamente i volumi della corsa e dei tiri che dovrebbero essere aumentati gradualmente durante la preseason^{3,13,25}.

È stato osservato che nella pre-season i calciatori che hanno svolto un allenamento di rinforzo eccentrico (3 volte a settimana per 4 settimane) non hanno avuto infortuni muscolari, a differenza di quanto avvenuto nel gruppo controllo; a tal fine si può utilizzare il Reverse Nordic Hamstring (figura

1): si parte inginocchiati, si va all'indietro con il busto contraendo eccentricamente i quadricipiti femorali e si ritorna in modo esplosivo alla posizione iniziale³.

Gli esercizi basati sulla decelerazione in specifiche situazioni sportive dovrebbero essere inclusi nei programmi di prevenzione per le lesioni muscolari del retto femorale³. In un altro studio viene proposto di allenare l'atleta ad atterrare dal salto riducendo l'attivazione del quadricipite femorale rispetto a quella degli hamstrings, in quanto si è visto che può ridurre il rischio di lesioni muscolari al quadricipite legate al gesto di saltare¹⁴.



Figura 1

Durante la stagione, sia negli allenamenti che nella competizione, gli atleti dovrebbero dedicare maggior tempo all'esecuzione del riscaldamento attivo prima dell'attività¹⁴; i riscaldamenti incompleti possono contribuire all'aumento della frequenza di infortuni²². Nel rugby durante il riscaldamento i kicker eseguono un volume elevato di calci in un lasso di tempo relativamente breve²²; poiché vi è la possibilità di subire un infortunio proprio durante questa fase che ha lo scopo di prepararli per la partita, si dovrebbe prendere meglio in considerazione la gestione dei calci che vengono effettuati durante il riscaldamento²².

La preparazione fisica ricopre un ruolo importante, in particolar modo per i giocatori che calciano frequentemente²²; per via della loro elevata propensione all'infortunio necessitano di una preparazione specifica²². Nelle partite di rugby è stato osservato che con il passare dei minuti avviene una riduzione della tecnica che viene però compensata con l'aumento della forza, ne consegue che la preparazione fisica deve essere adeguata per evitare l'affaticamento muscolare^{3,22}.

Nello studio di Cloke sul calcio è stato osservato che il rischio di infortunio è maggiore a fine primo tempo ed è mantenuto nel secondo tempo¹³; per ridurre la probabilità di infortunio l'autore suggerisce di provare a ridurre la durata delle partite d'allenamento (minore affaticamento) oppure effettuare una pausa più lunga a metà partita¹³. [shortening of a training game during the schedule could help to reduce the likelihood of injury. Di solito però la partitella in allenamento non dura 90 minuti]

Si raccomanda di concludere l'attività fisica con lo stretching al fine di prevenire gli infortuni muscolari associati a rigidità e differenza di lunghezza^{14,24}; dall'analisi della letteratura non sono emersi studi riguardanti lo stretching del quadricipite in ottica di prevenzione delle lesioni muscolari, tuttavia questa indicazione è stata formulata basandosi sugli studi delle lesioni muscolari degli hamstrings nelle quali un programma di stretching ha ridotto statisticamente il numero di infortuni²⁴.

Nel tentativo di ridurre il numero di infortuni nella pre-season si potrebbe agire anche sui fattori esterni irrigando maggiormente il campo che di solito è secco e duro in estate²⁵.

▪ *Re-injury*

Complessivamente il 7,5% degli infortuni è stato classificato come ricorrente¹⁴. Gli sport con la più alta incidenza di recidive sono il basket femminile (20%), il calcio femminile (10,7%) e il calcio maschile (9,5%)¹⁴. Negli sport paragonabili per sesso vi è nelle donne una maggiore percentuale di lesioni ricorrenti al quadricipite rispetto agli uomini (rispettivamente 5,2% e 9,1%), ma la differenza non è significativa¹⁴. Questi risultati differiscono da quanto riscontrato da altri autori che hanno invece osservato tassi più elevati e maggiori lesioni muscolari ricorrenti degli hamstrings negli uomini¹⁴.

Nel calcio i re-infortuni al quadricipite sono stati il 12% di tutti gli infortuni e hanno causato assenze significativamente più lunghe rispetto al primo infortunio (24 vs 18 giorni)¹⁶; in un altro studio si è osservato un tasso di recidive del 13% in una corte di giocatori che giocavano la Champions League (UCL) rispetto ai valori osservati nei giocatori che disputavano il campionato svedese (22%)¹⁵. In altri studi sono state osservate percentuali maggiori di re-infortuni comprese tra il 22% e il 30%¹⁶. Le tempistiche osservate per i calciatori d'élite sono inferiori in quanto questi possono contare su un maggiore supporto medico e riabilitativo¹⁶; si potrebbe anche ipotizzare che gli esami radiologici siano più frequentemente utilizzati nei migliori club per la diagnostica e per le decisioni relative al ritorno in campo, riducendo i tassi di re-infortunio¹⁵.

I fattori di rischio per i re-infortuni nel calcio sono¹⁶:

- Precedente infortunio muscolare¹⁶: i giocatori che hanno subito una lesione muscolare hanno conservato un rischio di sostenere almeno 1 lesione muscolare aggiuntiva nel corso della loro carriera¹⁹; una precedente lesione muscolare alla coscia (retto femorale o hamstrings) aumenta il rischio di una nuova lesione del retto femorale; la nuova lesione frequentemente si verifica in una posizione diversa rispetto a quella precedente^{16,26}. Una recente lesione agli hamstrings avvenuta nelle 8 settimane precedenti o una lesione del retto femorale recente o remota sono fattori di rischio per successive lesioni del muscolo quadricipite e del retto femorale^{23,26}. Un recente infortunio al quadricipite femorale avvenuto nelle 8 settimane precedenti è associato a re-infortunio²³.

In un altro studio invece è stato osservato che una precedente lesione degli hamstrings sembra diminuire le probabilità di recidiva di lesioni¹⁷.

- Se una lesione muscolare viene trascurata o trattata in modo inappropriato (riabilitazione inadeguata), possono insorgere complicazioni¹⁶. Un regime di riabilitazione intensiva a seguito della fase acuta è essenziale negli atleti professionisti per prevenire la recidiva, perché il più grande fattore predisponente per una nuova lesione è una storia di lesione precedente²⁸.
- Localizzazione anatomica della prima lesione: una lesione muscolare al tendine intramuscolare è correlata a una maggiore incidenza di recidive².

Le recidive causano un tempo di assenza dallo sport significativamente più lungo rispetto agli infortuni iniziali¹⁵; i giorni persi in media per lesioni iniziali e ricorrenti sono stati rispettivamente 9 e 10 giorni (10 vs 13 giorni nella coorte UCL, 6 vs 7 giorni nella coorte SWE)¹⁵.

Nel calcio giovanile i tassi di re-injury osservati sono paragonabili a quelli dell'adulto¹³. In contrasto con quanto osservato per i calciatori adulti abbiamo scoperto che il tasso di recidive, sebbene equivalente, non era associato a un rischio più elevato di assenze rispetto alla lesione primaria¹³; i giorni persi a causa dell'infortunio muscolare sono stati pari a 13 giorni nel caso di primo infortunio e 12 giorni in caso di recidiva (nella popolazione adulta vi è un periodo di recupero più lungo in caso di re-injury)¹³. L'alta incidenza dei re-infortuni nei calciatori dei settori giovanili, in particolare per i centrocampisti 16enni, è un dato preoccupante perché implica un recupero non adeguato della lesione primaria¹³.

Woods ha osservato che spesso un infortunio minore viene seguito da un infortunio più grave; gli infortuni minori che avvengono nella pre-season potrebbero causare recidive durante la stagione²⁵. Poiché alcune tipologie di lesioni muscolari, come quelle che interessano il tendine intramuscolare del retto femorale, hanno una riabilitazione più lunga e possono essere più soggette a recidive, i miglioramenti ottenuti nella riabilitazione dovrebbero essere oggettivati con test funzionali prima di tornare all'allenamento e a disputare le partite al fine di ridurre il rischio di ricadute^{2,15,16}.

5. LIMITI DELLO STUDIO

Fra i limiti presenti in questo lavoro si segnala la notevole eterogeneità degli studi inclusi e l'assenza della valutazione della qualità metodologica degli stessi; nella maggior parte dei casi sono oggetto di studio atleti uomini professionisti di età compresa tra i 20 e 30 anni, vi è scarsa rappresentanza di studi relativi a sport differenti dal calcio e femminili.

Relativamente ad alcune tematiche indagate le informazioni presenti in letteratura sono scarse e i risultati ottenuti sono in alcuni casi contrastanti o difficilmente confrontabili a causa di differenze nella terminologia, criteri o misure di outcome utilizzate. Sono necessari ulteriori studi che indaghino le aree meno rappresentate della letteratura odierna, in particolare gli sport differenti dal calcio, non professionistici, femminili e praticati da bambini/adolescenti; sarebbero inoltre necessarie ulteriori informazioni su trattamento, criteri per RTP e prevenzione delle recidive.

6. CONCLUSIONI

- Dall'analisi della letteratura è emerso che gli infortuni muscolari del QF avvengono maggiormente nelle donne rispetto agli uomini, nelle partite rispetto che in allenamento e nella pre-season rispetto a durante la stagione e che si verificano più frequentemente con meccanismi lesivi senza contatto (calciare e correre) interessando maggiormente il RF della gamba che calcia rispetto ai vasti.
- Un precedente infortunio muscolare al QF o agli hamstrings, un deficit di forza eccentrica del QF e l'affaticamento muscolare rappresentano fattori di rischio; l'incidenza degli infortuni, inoltre, è maggiore quando si gioca su un campo d'erba naturale rispetto al sintetico, in particolare quando il campo è asciutto e duro (clima secco). A causa della presenza di studi discordanti non è stato possibile stabilire se il rischio di infortunio sia correlato anche con altri fattori, mentre il peso non sembra rappresentare un fattore di rischio.
- Anamnesi ed esame fisico sono sufficienti per identificare una lesione muscolare, gli esami strumentali (ecografia, RMN) sono solitamente riservati agli atleti d'élite o a casi particolari (bull's eye lesion), anche se è possibile ottenere un risultato negativo nonostante un forte sospetto per una lesione muscolare.
- Il trattamento attuato per lesioni di grado 1 e 2 è di norma conservativo e prevede la gestione della fase acuta nei primi giorni (riposo, ghiaccio, FANS, compressione e elevazione) e fisioterapia nella successiva fase di rimodellamento (trattamento dei tessuti molli, mobilizzazioni e rinforzo muscolare indolore); non sono emerse indicazioni particolari per il trattamento delle bull's eye lesions. Nel momento in cui l'atleta ha un ROM passivo completo e indolore e riesce ad eseguire salti monopodali senza dolore si può iniziare l'allenamento funzionale che prevede una progressione per il ritorno all'esecuzione dei gesti sport specifici, come corsa e calci.
- L'assenza dall'attività sportiva è significativamente più lunga rispetto a lesioni muscolari in altre sedi, questa tempistica può essere stimata utilizzando come criteri predittivi il CSA% e il grado della lesione muscolare; sono necessarie tempistiche maggiori all'aumentare del CSA% e del grado della lesione, per lesioni prossimali rispetto a quelle distali, per lesioni da contatto rispetto a quelle da non contatto, in caso di RF-CT rispetto RF-peri e di infortunio all'arto in appoggio avvenuto durante il gesto di calciare. Sono invece meno gravi se avvengono nella pre-season rispetto a durante la stagione agonistica, se interessano la gamba che calcia, i vasti o in caso di lesioni non individuate con esami strumentali. Ad oggi non sappiamo il motivo per cui gli infortuni si verifichino al RF prossimale o distale e non conosciamo se questi sono in prevalenza lievi o gravi; localizzazione e dimensione della lesione non forniscono dati importanti nella definizione della prognosi, così come le classificazioni degli infortuni basate su esami strumentali che hanno scarsa utilità clinica. A causa dei molteplici fattori da prendere in considerazione nel formulare

una prognosi e per le differenze tra sport praticato e livello dello stesso le tempistiche per il RTS hanno una notevole variabilità (6-49 giorni).

- Gli sport in cui vi è maggior rischio di infortunio muscolare al QF sono basket maschile, pallavolo e field hockey femminili e calcio sia maschile che femminile. Analizzando i dati relativi ai singoli sport è stato possibile ricavare un maggior numero di informazioni relativamente al calcio in cui è stato osservato un maggior interessamento del RF nella pre-season rispetto a durante la stagione (minore interessamento rispetto ad altri gruppi muscolari) e un più frequente interessamento del tendine centrale prossimale; non è chiaro se la posizione in campo influisca sugli infortuni e se vi siano differenze tra gamba dominante e non dominante. Nel rugby gli infortuni sono maggiormente legati alla posizione in campo rispetto al gesto di calciare con maggiore interessamento di fly-half, forwards e altri backs; la severità dell'infortunio è minore quando è interessata la gamba che calcia mentre è più grave per gli infortuni all'arto in appoggio, questi possono avvenire anche nel riscaldamento pre-partita in quanto è un momento delicato per il rischio di infortuni. Sia nel calcio che nel rugby l'insorgenza di infortuni è legata all'affaticamento con un maggiore rischio associato al passare dei minuti durante la partita, da qui la necessità di una preparazione specifica e una revisione della metodologia di riscaldamento e allenamento per i giocatori che hanno un'elevata propensione all'infortunio.
- Rispetto al primo infortunio le recidive sono spesso più gravi e comportano assenze significativamente più lunghe, tuttavia non abbiamo tempistiche certe per la carenza di studi disponibili; i fattori di rischio sono legati a un precedente infortunio muscolare al QF o agli hamstrings, specialmente se associato a un interessamento del tendine intramuscolare o a un inadeguato trattamento. Il basket e il calcio sono gli sport con la più alta incidenza di recidive (fino al 30%), senza differenze tra uomini e donne.
- Per la prevenzione potrebbe essere utile effettuare uno screening pre-campionato al fine di agire sui fattori intrinseci ed estrinseci; alcuni autori suggeriscono di cambiare i metodi di allenamento già dalla preparazione pre-campionato moderando i volumi di corsa e calci e inserendo esercizi di rinforzo eccentrico (Reverse Nordic hamstring e esercizi sport specifici). Non sappiamo se lo stretching è efficace per la prevenzione degli infortuni al QF in quanto non è stato preso in considerazione in nessuno studio.
- Per bambini e adolescenti abbiamo pochi studi disponibili, tutti sul calcio; è stato osservato che il rischio di infortuni muscolari aumenta con l'aumentare dell'età assieme alla proporzione tra lesioni gravi e non gravi, inoltre il tasso di infortuni nel pre-campionato è maggiore rispetto a quello dei giocatori più anziani. Le recidive hanno tassi paragonabili a quelli degli adulti, ma il tempo di assenza dall'attività sportiva è invece inferiore rispetto al primo infortunio, con i centrocampisti che sono maggiormente interessati.

Appendice

(((((Football[MeSH Terms]) OR (Football)) OR (Rugby)) OR (Rugbies)) OR ("Football player")) OR (Soccer[MeSH Terms]) OR (Soccers)) OR ("Soccer player")) OR (Athletes[MeSH Terms]) OR (Athlete)) OR (Sports[MeSH Terms]) OR (Sport)) OR (Athletics)) OR (Athletic)) OR (Baseball[MeSH Terms]) OR (Softball)) OR (Softballs)) OR (Baseballs)) OR ("Baseball player")) OR (Basketball[MeSH Terms]) OR (Basketballs)) OR (Netballs)) OR (Netball)) OR ("Basketball player")) OR (Bicycling[MeSH Terms]) OR (Boxing[MeSH Terms]) OR (Boxings)) OR (Golf[MeSH Terms]) OR (Golfs)) OR ("golf player")) OR (Gymnastics[MeSH Terms]) OR (Calisthenics)) OR (Hockey[MeSH Terms]) OR (Hockeys)) OR ("Ice Hockey")) OR ("Ice Hockeys")) OR ("hockey player")) OR ("Martial Arts"[MeSH Terms]) OR (Judo)) OR (Karate)) OR (Mountaineering[MeSH Terms]) OR (Mountaineerings)) OR ("Racquet Sports"[MeSH Terms]) OR ("Racket Sports")) OR ("Racket Sport")) OR (Squash)) OR (Racketball)) OR ("Racket Ball")) OR (Tennis[MeSH Terms]) OR ("Tennis player")) OR (Running[MeSH Terms]) OR (Runnings)) OR (Jogging[MeSH Terms]) OR (Joggings)) OR (Skating[MeSH Terms]) OR (Skatings)) OR (Skateboarding)) OR (Skateboardings)) OR ("Ice Skating")) OR ("Ice Skatings")) OR ("Snow Sports"[MeSH Terms]) OR ("Snow Sport")) OR (Skiing[MeSH Terms]) OR ("Snow Skiing")) OR ("Snow Skiings")) OR (Snowboarding)) OR (Volleyball[MeSH Terms]) OR (Volleyballs)) OR ("Water Sports"[MeSH Terms]) OR ("Water Sport")) OR ("Wave Surfing")) OR (Surfboarding)) OR ("Water Skiing")) OR ("Weight Lifting"[MeSH Terms]) OR ("Weight Liftings")) AND (((("Quadriceps Muscle"[MeSH Terms]) OR ("Quadriceps Muscles")) OR ("Quadriceps Femoris")) OR ("Rectus Femoris")) AND (((("Sprains and Strains"[MeSH Terms]) OR ("Strains and Sprains")) OR (Sprains)) OR (Sprain)) OR (Strains)) OR (Strain)) OR ("Cumulative Trauma Disorders"[MeSH Terms]) OR ("Repetition Strain Injuries")) OR ("Strain Injuries")) OR ("Strain Injury")) OR ("Repetition Strain Injury")) OR ("Overuse Injury")) OR ("Overuse Injuries")) OR ("Repetitive Strain Injury")) OR ("Repetitive Strain Injuries")) OR ("Repetitive Stress Injury")) OR ("Repetitive Stress Injuries")) OR ("Wounds and Injuries"[MeSH Terms]) OR (Trauma)) OR (Traumas)) OR (Lacerations[MeSH Terms]) OR (Laceration)) OR (Contusions[MeSH Terms]) OR (Contusion)) OR ("Athletic Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Sports Injury")) OR ("Sports Injuries")) OR ("Athletic Injury")) OR ("muscle injury")))) AND (((((((Epidemiology[MeSH Terms]) OR (frequency)) OR (occurrence)) OR (prevalence)) OR (incidence)) OR (Incidence[MeSH Terms]) OR (Incidences)) OR ("Risk Factors"[MeSH Terms]) OR ("Risk Factor")) OR ("Population at Risk")) OR ("Populations at Risk")) OR (Onset)) OR (((((((Anamnesis) OR ("Physical Examination"[MeSH Terms]) OR ("Physical Examinations")) OR ("Physical Exam")) OR ("Physical Exams")) OR ("Physical Examinations and Diagnoses")) OR ("Range of Motion"[MeSH Terms]) OR ("Joint Range of Motion")) OR ("Range of Motion")) OR ("Passive Range of Motion")) OR (Flexibility)) OR ("strength test")) OR ("Diagnostic Imaging"[MeSH Terms]) OR (Imaging)) OR ("Medical

Imaging")) OR (Ultrasonics[MeSH Terms])) OR (Ultrasonic)) OR (Ultrasonography[MeSH Terms])) OR ("Diagnostic Ultrasound")) OR ("Diagnostic Ultrasounds")) OR ("Ultrasound Imaging")) OR ("Ultrasonic Imaging")) OR (Echography)) OR ("Ultrasonic Diagnoses")) OR ("Ultrasonic Diagnosis")) OR ("Magnetic Resonance Imaging"[MeSH Terms])) OR ("MRI Scans")) OR ("MRI Scan")) OR ("Functional MRI")) OR ("Functional MRIs")) OR ("Functional Magnetic Resonance Imaging")) OR (("Conservative Treatment"[MeSH Terms]) OR ("Conservative Treatments")) OR ("Conservative Management")) OR ("Conservative Managements")) OR ("Conservative Therapy")) OR ("Conservative Therapies")) OR (Rehabilitation[MeSH Terms])) OR ("Physical Therapy Modalities"[MeSH Terms])) OR ("Physical Therapy Modality")) OR (Physiotherapy)) OR (Physiotherapies)) OR ("Physical Therapy Techniques")) OR ("Physical Therapy Technique")) OR ("Exercise Therapy"[MeSH Terms])) OR (Exercises)) OR (Exercise)) OR ("Exercise Therapies")) OR ("Rehabilitation Exercise")) OR ("Rehabilitation Exercises")) OR ("Muscle Stretching Exercises"[MeSH Terms])) OR ("Muscle Stretching Exercise")) OR ("Static Stretching")) OR ("Passive Stretching")) OR (Stretching)) OR ("Static-Passive Stretching")) OR ("Static Passive Stretching")) OR ("Isometric Stretching")) OR ("Active Stretching")) OR ("Static-Active Stretching")) OR ("Static Active Stretching")) OR ("Ballistic Stretching")) OR ("Dynamic Stretching")) OR (Exercise[MeSH Terms])) OR (Exercises)) OR ("Physical Activity")) OR ("Physical Activities")) OR ("Physical Exercise")) OR ("Physical Exercises")) OR ("Isometric Exercises")) OR ("Isometric Exercise")) OR ("Aerobic Exercise")) OR ("Aerobic Exercises")) OR ("Exercise Training")) OR ("Exercise Trainings")) OR ("Eccentric exercise")) OR ("Isometric exercise")) OR ("Concentric exercise")) OR ("preventive strategies")) OR ("injury prevention")) OR (Prognosis[MeSH Terms])) OR (Prognoses)) OR ("Prognostic Factors")) OR ("Prognostic Factor")) OR ("Laser Therapy"[MeSH Terms])) OR ("Laser Therapies")) OR (Ultrasonics[MeSH Terms])) OR (Ultrasonic)) OR ("Extracorporeal Shockwave Therapy"[MeSH Terms])) OR ("Extracorporeal Shockwave Therapies")) OR ("Shockwave Therapy")) OR ("Shock Wave Therapy")) OR (Diathermy[MeSH Terms])) OR (Diathermies)) OR (Thermotherapy)) OR (Hyperthermia)) OR (Cryotherapy[MeSH Terms])) OR (Cryotherapies)) OR ("Cold Therapies")) OR ("Cold Therapy")) OR (Bandages[MeSH Terms])) OR (Bandage)) OR ("Athletic Tape"[MeSH Terms])) OR ("Kinesio Tape")) OR (Kinesiotape))) OR (((("Return to Sport"[MeSH Terms]) OR ("Return to Sports")) OR ("Return to Play")) OR ("Return to Sporting Activities")))) NOT (Anterior Cruciate Ligament)

Bibliografia

1. Shimba LG, Latorre GC, Pochini AC, Astur DC, Andreoli CV. Surgical treatment of rectus femoris injury in soccer playing athletes: report of two cases. *Rev Bras Ortop.* 2017; 52: 743-7
2. Brukner P, Connell D. 'Serious thigh muscle strains': beware the intramuscular tendon which plays an important role in difficult hamstring and quadriceps muscle strains. *Br J Sports Med.* 2016; 50: 205-8
3. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Idoate F, Myer GD. Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. *Br J Sports Med.* 2013; 47:359-66
4. Kary JM. Diagnosis and management of quadriceps strains and contusions. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2010; 3:26-31
5. Pasta G, Nanni G, Molini L, Bianchi S. Sonography of the quadriceps muscle: Examination technique, normal anatomy, and traumatic lesions. *J Ultrasound.* 2010; 13: 76-84.
6. Cross TM, Gibbs N, Houang MT, Cameron M. Acute quadriceps muscle strains: magnetic resonance imaging features and prognosis. *Am J Sports Med* 2004; 32:710-9
7. Kumaravel M, Bawa P, Murai N. Magnetic resonance imaging of muscle injury in elite American football players: Predictors for return to play and performance. *Eur J Radiol.* 2018; 108: 155-164.
8. Hallén A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci.* 2014; 32:1229-36
9. Ekstrand J, Krutsch W, Spreco A, Van Zoest W, Roberts C, Meyer T, Bengtsson H. Time before return to play for the most common injuries in professional football: a 16-year follow-up of the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med.* 2020; 54:421–426.
10. Pogliacomì F, Visigalli A, Valenti PG, Pedrazzini A, Bernuzzi G, Concari G, Vaienti E, Ceccarelli F. Rectus femoris myotendinous lesion treated with PRP: a case report. *Acta Biomed.* 2019; 90: 178-183.
11. Orchard J, Best TM, Verrall GM. Return to play following muscle strains. *Clin J Sport Med.* 2005; 15: 436-41
12. Balias R, Maestro A, Pedret C, Estruch A, Mota J, Rodríguez L, García P, Mauri E. Central aponeurosis tears of the rectus femoris: practical sonographic prognosis. *Br J Sports Med.* 2009; 43: 818-24
13. Cloke D, Moore O, Shah T, Rushton S, Shirley M, Deehan DJ. Thigh muscle injuries in youth soccer: predictors of recovery. *Am J Sports Med.* 2012; 40: 433-9

14. Eckard TG, Kerr ZY, Padua DA, Djoko A, Dompier TP. Epidemiology of Quadriceps Strains in National Collegiate Athletic Association Athletes, 2009-2010 Through 2014-2015. *J Athl Train.* 2017; 52: 474-81
15. Ekstrand J, Häggglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011; 39: 1226-32
16. Ekstrand J, Häggglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011; 45: 553-8
17. Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med.* 2011; 45: 709-14
18. Hughes C, Hasselman CT, Best TM, Martinez S, Garrett WE Jr. Incomplete, intrasubstance strain injuries of the rectus femoris muscle. *Am J Sports Med.* 1995; 23: 500-6
19. Jackson TJ, Starkey C, McElhiney D, Domb BG. Epidemiology of Hip Injuries in the National Basketball Association: A 24-Year Overview. *Orthop J Sports Med.* 2013; 1:1-7
20. Kassarian A, Rodrigo RM, Santisteban JM. Intramuscular degloving injuries to the rectus femoris: findings at MRI. *AJR Am J Roentgenol.* 2014; 202: 475-80
21. Kubo Y, Watanabe K, Nakazato K, Koyama K, Hakkaku T, Kemuriyama S, Suzuki M, Hiranuma K. The Effect of a Previous Strain Injury on Regional Neuromuscular Activation Within the Rectus Femoris. *J Hum Kinet.* 2019; 66: 89-97
22. Lazarczuk SL, Love T, Cross MJ, Stokes KA, Williams S, Taylor AE, Fuller CW, Brooks J, Kemp S, Bezodis NE. The epidemiology of kicking injuries in professional Rugby Union: A 15-season prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2020; 30: 1739-47
23. Orchard JW. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *Am J Sports Med.* 2001; 29: 300-3
24. 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; 31: 41-6
25. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *Br J Sports Med.* 2002; 36: 436-41
26. Kassarian A, Rodrigo RM, Santisteban JM. Current concepts in MRI of rectus femoris musculotendinous (myotendinous) and myofascial injuries in elite athletes. *Eur J Radiol.* 2012; 81: 3763-71

27. Speer KP, Lohnes J, Garrett WE Jr. Radiographic imaging of muscle strain injury. *Am J Sports Med.* 1993; 21: 89-95
28. Bordalo-Rodrigues M, Rosenberg ZS. MR imaging of the proximal rectus femoris musculotendinous unit. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2005; 13: 717-25