



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. 2019/2020

Campus Universitario di Savona

## **Revisione Narrativa Lesioni Muscolari del Polpaccio**

Candidato:

Dott.ssa FT Sonia Cappelletti

Relatore:

Dott. FT OMPT Marco Curotti



# Indice

<b>Abstract .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Introduzione .....</b>	<b>2</b>
1.1 Background .....	2
1.2 Terminologia.....	5
1.3 Patobiologia e <i>Return to Sport</i> .....	7
1.4 Obiettivo dello studio.....	9
<b>2. Materiali e Metodi.....</b>	<b>10</b>
2.1 Criteri di eleggibilità.....	10
2.2 Fonti di informazione.....	10
2.3 Strategie di ricerca.....	10
2.3.1 Epidemiologia.....	11
2.3.2 Meccanismo Lesionale.....	12
2.3.3 Valutazione Clinica.....	14
2.3.4 Trattamento.....	15
2.4 Processo di selezione degli studi.....	17
<b>3. Risultati.....</b>	<b>18</b>
3.1 Processo di selezione degli articoli.....	18
3.1.1 Flow Chart di selezione degli articoli.....	20
3.2 Sintesi degli studi inclusi.....	21
3.3 Analisi dei risultati degli studi inclusi.....	40

3.3.1 Epidemiologia.....	40
3.3.2 Meccanismo Lesionale.....	47
3.3.3 Valutazione Clinica.....	49
3.3.4 Trattamento.....	54
<b>4. Discussione.....</b>	<b>60</b>
4.1 Epidemiologia.....	60
4.2 Meccanismo Lesionale.....	67
4.3 Valutazione Clinica.....	69
4.4 Trattamento.....	75
4.5 Punti di forza e limiti dello studio.....	83
<b>5. Conclusione.....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>86</b>

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** *Calf muscle strain injuries* (CMSI) sono comuni nell'ambiente sportivo, soprattutto nelle attività che richiedono corsa ad alta velocità o ad alti volumi, accelerazioni o decelerazioni e solitamente si presentano durante faticose condizioni di gioco o performance. Questa presentazione clinica comporta lunghi periodi di recupero con un'assenza media di 8-28 giorni e con un rischio di recidiva del 13%. Nonostante rappresenti un grosso capitolo nella riabilitazione dello sportivo, in letteratura sono state condotte un numero esiguo di ricerche a riguardo.

**OBIETTIVI:** Lo scopo della seguente revisione narrativa è quello di ricercare le evidenze scientifiche ad oggi disponibili rispetto alle lesioni muscolari di gastrocnemio, soleo e plantare analizzandone l'epidemiologia, il meccanismo lesionale, la valutazione clinica e le proposte di trattamento. Verrà dunque presentata una proposta di valutazione e trattamento con l'intento di guidare il clinico verso la conduzione di un'adeguata anamnesi, l'utilizzo di test clinici affidabili e nella scelta del trattamento più efficace secondo le più recenti evidenze disponibili.

**METODI:** La ricerca è stata eseguita su PubMed, Pedro e Cochrane. Sono stati inclusi solo articoli in lingua inglese e italiana e non sono state applicate restrizioni di tipologia di articolo o di data di pubblicazione.

**RISULTATI:** Le stringhe di ricerca, eliminati i duplicati, hanno prodotto 895 articoli; in seguito alla *scoping search*, dopo la lettura del titolo e dell'abstract, sono rimasti 42 articoli pertinenti al quesito di ricerca. Sugli articoli rimanenti è stata eseguita una *main search* più dettagliata tramite la lettura del full text determinando l'inclusione di 13 articoli. Sono stati quindi reperiti 10 articoli dalla bibliografia, per un totale di 23 studi definitivamente inclusi nella revisione.

**DISCUSSIONE E CONCLUSIONI:** Dall'analisi della letteratura presente è emerso che le lesioni muscolari al polpaccio sono un problema piuttosto diffuso nel mondo sportivo presentandosi prevalentemente a livello del capo mediale del muscolo gastrocnemio e nel muscolo soleo, più raramente viene interessato il muscolo plantare. La valutazione clinica prevede un'accurata anamnesi che indaga le caratteristiche del paziente, la storia clinica, ma soprattutto il meccanismo lesivo in quanto, a seconda della posizione del ginocchio, è possibile trarre informazioni sul muscolo coinvolto. La palpazione e i test clinici rappresentano uno strumento aggiuntivo per il clinico per confermare l'ipotesi diagnostica e per localizzarla con più precisione. Data la mancanza di protocolli di trattamento per la gestione delle lesioni muscolari al polpaccio è stato proposto un programma di recupero basato sulle più recenti evidenze rispetto alla gestione delle lesioni muscolari degli arti inferiori.

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1 BACKGROUND

Le lesioni muscolari sono un argomento piuttosto dibattuto in quanto risultano essere molto frequenti nel mondo dello sport. Spesso causano diversi giorni di assenza dall'attività sportiva creando un serio problema per le società, i club e, soprattutto, per gli atleti<sup>1-3</sup>. In generale una squadra di calcio con 25 atleti potrebbe andare incontro a 15 lesioni muscolari per stagione, con un'incidenza 6 volte più alta nelle partite che durante gli allenamenti<sup>2</sup>.

Nello studio di Ekstrand et al. del 2011 una lesione muscolare viene identificata come *"A traumatic distraction or overuse injury to the muscle leading to a player being unable to fully participate in training or match play"*<sup>2</sup>.

Questo genere di infortuni avvengono principalmente nelle attività che richiedono corsa veloce, salti, cambi di direzione e calciare<sup>3</sup>. Si verificano dunque in quelle situazioni in cui le perturbazioni esterne determinano un aumento dello stress tissutale al quale l'atleta deve rispondere con un controllo maggiore<sup>3,4</sup>. Il 96% delle lesioni muscolari nel calcio accadono nelle situazioni di non contatto<sup>2</sup>, mentre negli sport da contatto come rugby, football americano e hockey sul ghiaccio spesso si riscontrano le contusioni<sup>5,6</sup>. In generale, dunque, a seconda dello sport e del ruolo cambia la richiesta funzionale<sup>1</sup>.

I gruppi muscolari frequentemente coinvolti nelle lesioni sono normalmente quelli biarticolari<sup>7</sup> o con una complessa architettura che subiscono contrazioni eccentriche e che contengono principalmente fibre muscolari di tipo 2<sup>3,8</sup>. La maggior presenza di questo genere di fibre indica che il muscolo è reclutato principalmente nelle attività ad alta velocità che lo predispongono dunque agli infortuni<sup>3</sup>.

L'arto inferiore è una componente biomeccanica essenziale in quanto durante il movimento garantisce sia una potenza esplosiva che una resistenza prolungata<sup>9,10</sup>. Nel calcio almeno 1/3 di tutti gli infortuni sono lesioni muscolari e il 92% di queste coinvolgono i 4 gruppi muscolari maggiori dell'arto inferiore. Nello specifico si osserva un'incidenza del 37% per i muscoli *hamstring*, del 23% per i muscoli adduttori, del 19% per i muscoli quadricipiti e del 13% per i muscoli del polpaccio<sup>2</sup>. Le lesioni al polpaccio sono dunque una delle quattro più comuni lesioni muscolari negli atleti<sup>11</sup>. Nonostante questo, in letteratura sono state condotte un numero esiguo di ricerche a riguardo<sup>12,13</sup>.

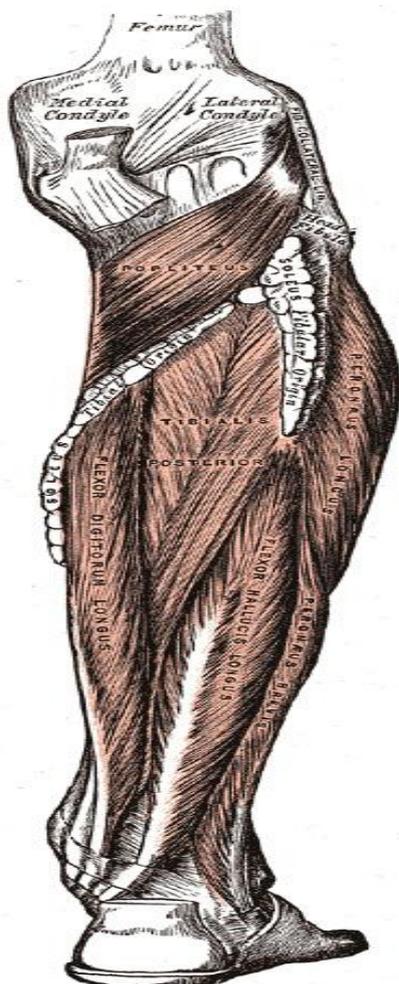
Il complesso del polpaccio è cruciale durante qualsiasi attività in carico o locomotiva<sup>14,15</sup>. Pertanto, le lesioni a questo livello coinvolgono un certo numero di soggetti della popolazione sportiva<sup>15,16</sup>.

*Calf muscle strain injuries* (CMSI) sono comuni negli sport che richiedono corsa ad alta velocità o ad alti volumi, accelerazioni o decelerazioni e durante faticose condizioni di gioco o performance<sup>17-19</sup>.

Durante le partite di calcio si assiste a CMSI con un'incidenza di circa 0.31 su 1000 ore di esposizione<sup>2</sup>. Nel baseball il valore oscilla tra 24.2/y e 1.3/y a seconda del ruolo dell'atleta<sup>20</sup>, mentre nei giocatori dell'*Australia Football League* il CMSI rappresenta la seconda lesione muscolare più frequente dopo le lesioni muscolari agli hamstring<sup>21</sup>.

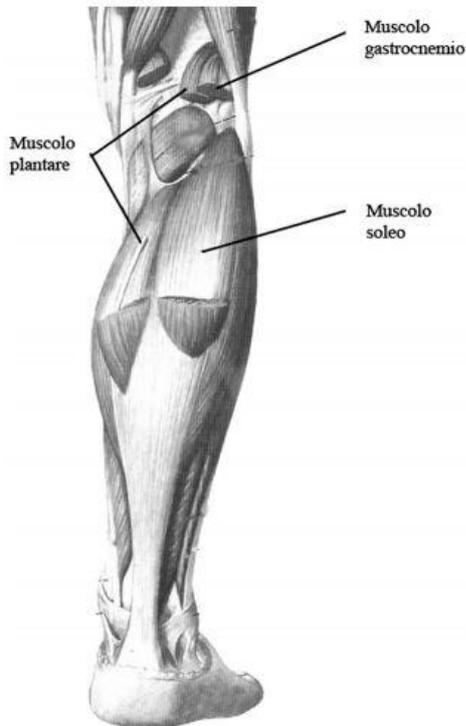
Le lesioni al polpaccio sembrano essere meno frequenti delle lesioni al tendine d'Achille. Talvolta dal punto di vista clinico potrebbe risultare difficile distinguere queste lesioni muscolari dai disordini del tendine, soprattutto se di quest'ultimo ne è coinvolto l'aspetto prossimale<sup>16</sup>.

Il complesso muscolare posteriore della gamba ha due compartimenti: profondo e superficiale. Il primo contiene il muscolo popliteo, il flessore lungo dell'alluce, il flessore lungo delle dita e il tibiale posteriore.



**Figura 1.** Rappresentazione dei muscoli posteriori del polpaccio: popliteo, tibiale posteriore, peroneo lungo, flessore lungo delle dita, flessore lungo dell'alluce, peroneo breve. Tratta da ["https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/35887"](https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/35887).

Il compartimento posteriore superficiale è invece quello che costituisce il vero e proprio “*Calf muscle*” denominato anche tricipite surale<sup>22</sup>. I tre muscoli che ne fanno parte sono il muscolo gastrocnemio (con le origini mediale e laterale), il plantare e il soleo.



**Figura 2.** Rappresentazione anatomica dei muscoli gastrocnemio, soleo e plantare. Tratta da “Flecca D. et al. US evaluation and diagnosis of rupture of the medial head of the gastrocnemius (tennis leg). J Ultrasound. 2007 Dec;10 (4): 194-8”.

I primi due sono muscoli biarticolari e responsabili sia della flessione del ginocchio che della flessione plantare della caviglia. Il muscolo soleo è invece monoarticolare e unicamente responsabile della flessione plantare di caviglia<sup>22</sup>.

Da un punto di vista strutturale si osserva come il gastrocnemio abbia una composizione mista di fibre, con una prevalenza delle fibre veloci di tipo 2 per garantire una contrazione potente/esplosiva. Il soleo invece è principalmente composto da fibre lente di tipo 1 e rappresenta un muscolo chiave per la postura e la corsa di resistenza<sup>22,23</sup>.

Normalmente le lesioni del gastrocnemio si verificano a caviglia dorsiflessa e ginocchio esteso (contrazione eccentrica del polpaccio)<sup>16,22,24</sup>. Questa lesione viene comunemente definita “*Tennis Leg*” perché è solita accadere durante lo *sprint* che un giocatore di tennis usualmente esegue per raggiungere la palla. Pertanto, è più frequente che si verifichi una lesione dopo uno *sprint* o saltando<sup>25</sup>. Diversamente, il muscolo soleo si lesiona normalmente con ginocchio e caviglia flessi. È più soggetto a lesioni da fatica o *overtraining*, come accade a chi corre in salita o al termine di una lunga corsa<sup>16,22</sup>. Le lesioni del muscolo plantare sono le meno frequenti ed hanno un meccanismo lesionale simile a quello del gastrocnemio<sup>16,26</sup>.

In media le lesioni al polpaccio portano ad un lungo tempo di assenza dall'attività sportiva e tendono ad accadere più frequentemente durante un periodo critico dal punto di vista competitivo (come al termine di una stagione competitiva nel calcio)<sup>27</sup>.

L'assenza media per una lesione muscolare a livello del muscolo quadricipite è di circa 17 giorni, per gli *hamstring* 14 giorni, per *hip/groin strain* 13 giorni e per le lesioni al polpaccio di circa 15 giorni<sup>2</sup>. Secondo lo studio pubblicato nel 2020 da Ekstrand et al.<sup>4</sup>, condotto in club professionistici di alto livello, sembra che (per quanto riguarda i muscoli *hamstring*, quadricipite e polpaccio) le lesioni funzionali necessitano di un tempo di recupero tra i 2 e i 7 giorni, mentre per le lesioni strutturali la durata è stimata tra i 7 e i 23 giorni. Ciò evidenzia come questi infortuni costituiscano un serio problema per le società, i club e soprattutto per gli atleti<sup>2</sup>.

## 1.2 TERMINOLOGIA

Prima del Consenso di Monaco del 2012 c'era una marcata variabilità nell'uso della terminologia correlata alle lesioni muscolari. In letteratura sono stati infatti pubblicati sistemi di classificazione differenti costituiti da poca consistenza negli studi e nella pratica quotidiana<sup>1</sup>. Tra i precedenti sistemi di classificazione basati sui segni clinici c'era quello di O'Donque del 1962, basato sulla severità della lesione intesa sia come quantità di tessuto danneggiato che come perdita di funzione, e di Ryan del 1969 dove le lesioni erano classificate a seconda della severità e del coinvolgimento della fascia<sup>1</sup>. In letteratura si trovano anche sistemi di classificazione basati sull'*imaging* come quello di Takebayashi del 1995<sup>28</sup> (successivamente riproposto da Petrons nel 2002<sup>29</sup>) e di Stoller del 2007<sup>30</sup> che hanno classificato le lesioni muscolari basandosi rispettivamente sulle immagini agli ultrasuoni (US) e alla *magnetic resonance imaging* (MRI). I limiti dei precedenti sistemi di classificazione sono la mancanza di sotto-classificazioni all'interno dei gradi con la conseguenza che le lesioni con differente eziologia, trattamento e prognosi sono classificate dentro un unico gruppo<sup>1</sup>.

Durante il Consenso di Monaco del 2012 è stata però sviluppata una nuova classificazione sistematica in cui vengono differenziati 4 tipi di lesione muscolare: *functional muscle disorders* (tipo 1: eccessivo sforzo; tipo 2: disturbi muscolari neuromuscolari) e *structural muscle injuries* (tipo 3: lesione parziale; tipo 4: lesione (sub) totale/avulsione tendinea)<sup>1</sup>.

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

**Tabella I.** Tratta da “Mueller-Wohlfahrt H, Haensel L et al. Terminology and Classification of Muscle Injuries in Sport: The Munich Consensus Statement. Br J Sports Med. 2013, Vol.47, N.6, 342-50”.

Questa classificazione include alcuni nuovi aspetti delle lesioni muscolari che non erano ancora stati descritti in letteratura: i disturbi muscolari funzionali. Per *functional muscle disorders* si intende “*an acute indirect muscle disorder ‘without macroscopic’ evidence (in MRI or ultrasound) of muscular tear. Often associated with circumscribed increase of muscle tone (muscle firmness) in varying dimensions and predisposing to tears. Based on the aetiology several subcategories of functional muscle disorders exist*”. Con *structural muscle injury* si fa invece riferimento a “*any acute indirect muscle injury ‘with macroscopic’ evidence (in MRI or ultrasound) of muscle tear*”<sup>1</sup>.

Durante il Consenso di Monaco sono stati inoltre aboliti termini ambigui come *Strain, Pulled-muscle, Hardening e Hypertonus* consigliando l’uso del termine *Tear* per indicare una lesione muscolare<sup>1</sup>.

Una terminologia chiara e univoca eviterebbe incomprensioni e renderebbe più semplice lo sviluppo di nuove terapie, studi sistematici e pubblicazioni sui disordini muscolari. Ottimizzerebbe dunque la gestione di questi infortuni condizionando in positivo la riabilitazione, il rientro all’attività sportiva e il tasso di recidive<sup>1</sup>.

### **1.3 PATOBIOLOGIA E RETURN TO SPORT**

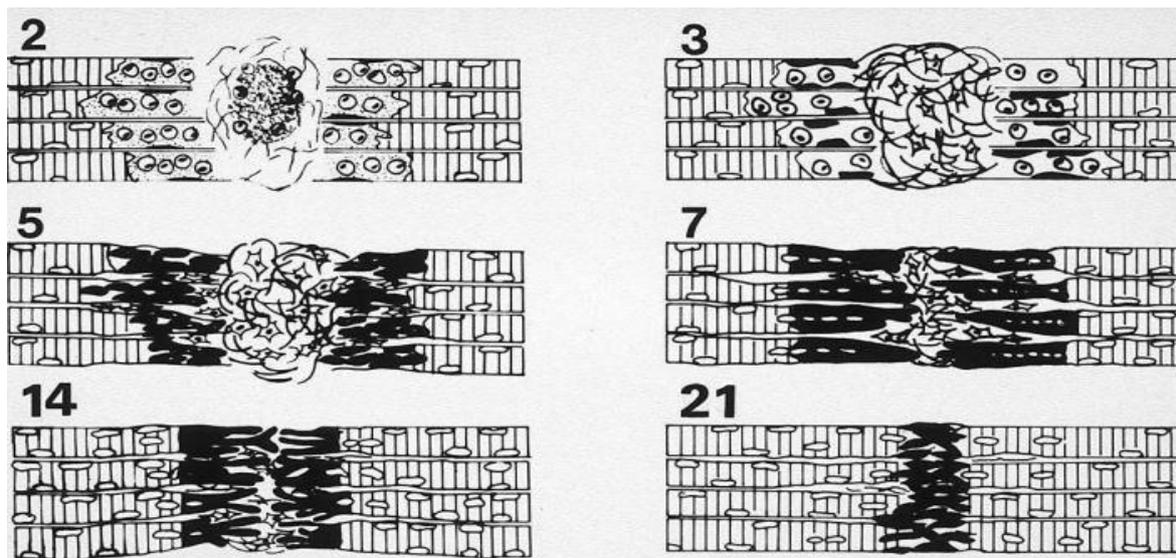
Secondo gli studi condotti sugli atleti dell'*Australian Football League* (AFL) c'è un alto tasso di recidiva delle lesioni muscolari che si aggira intorno al 30.6%<sup>31</sup>. Altri studi nel rugby hanno rilevato un tasso di ricorrenza del 23%<sup>32</sup>, mentre nel calcio del 16%<sup>33</sup>. Una possibile spiegazione di questa recidiva, significativamente più severa della prima lesione, è il ritorno prematuro alla piena attività<sup>1</sup>.

La guarigione del muscolo e degli altri tessuti molli è infatti un processo graduale. La cicatrice del tessuto connettivo (immaturo) formatasi dopo la lesione è il punto più debole della lesione muscolo-scheletrica<sup>7</sup>. Ciò che distingue la guarigione del tessuto muscolo-scheletrico rispetto alla guarigione del tessuto osseo è che il muscolo guarisce con un processo riparativo mentre l'osso guarisce con un processo rigenerativo. La maggior parte dei tessuti corporei infatti quando si lesionano guariscono con una cicatrice (tessuto differente dall'originario) mentre, quando un osso si rompe, il nuovo tessuto è identico a quello originale<sup>7</sup>.

La guarigione di un tessuto muscolo-scheletrico lesionato segue un pattern abbastanza costante, a prescindere dalla causa sottostante. In questo processo si susseguono tre fasi:

1. Fase distruttiva: caratterizzata dalla rottura con la conseguente necrosi delle miofibre, dalla formazione di un ematoma tra i monconi muscolari rotti e dalla reazione delle cellule infiammatorie;
2. Fase riparativa: consiste nella fagocitosi del tessuto necrotizzato, dalla rigenerazione delle miofibre e dalla concomitante produzione di tessuto connettivo cicatriziale;
3. Fase di rimodellamento: caratterizzata dalla maturazione delle miofibre rigenerate, dalla contrazione e riorganizzazione della cicatrice tissutale e dal recupero della capacità funzionale del muscolo interessato.

Le ultime due, riparazione e rimodellamento, sono di solito strettamente associate o sovrapposte. Durante la rigenerazione muscolare si assiste pertanto a due processi che sono simultaneamente supportivi e competitivi: la rigenerazione delle fibre muscolari e la formazione di tessuto connettivo cicatriziale. Un equilibrio tra i due processi è un prerequisito fondamentale<sup>7</sup>.



**Figura 3.** Illustrazione schematica del processo di guarigione del tessuto muscolo scheletrico rispettivamente dopo 2, 3, 5, 7, 14 e 21 giorni dalla lesione. Tratta da "Järvinen TA et al. Muscle injuries: biology and treatment. Am J Sports Med. 2005 May;33 (5): 745-64".

È necessario riconoscere alcuni principi base della rigenerazione del tessuto muscolo-scheletrico e dei processi di guarigione. Ciò aiuta considerevolmente ad evitare il peggioramento della lesione e a ristabilire le condizioni ottimali per il ritorno dell'atleta all'attività sportiva<sup>7</sup>.

Nello specifico il *Return To Sport (RTS)* viene considerato come *"a continuum paralleled with recovery and rehabilitation, not simply a decision taken in isolation at the end of the recovery and rehabilitation process"*<sup>34</sup>.

Per ottimizzare il RTS è necessario che clinici, atleti e allenatori tengano in considerazione l'aspetto biologico, psicologico e sociale. Integrare l'expertise del clinico, le evidenze della letteratura e le preferenze dell'atleta è fondamentale per il processo decisionale del RTS e per un RTS di successo nel lungo termine<sup>34</sup>.

## **1.4 OBIETTIVO DELLO STUDIO**

Lo scopo generale della presente revisione è quello di analizzare gli articoli presenti in letteratura fino ad oggi (12/02/21) per comprendere la natura e le caratteristiche delle lesioni muscolari al polpaccio.

L'obiettivo, dunque, sarà quello di indagare quali strumenti ha a disposizione il fisioterapista per poter individuare e trattare questo genere di infortuni alla luce delle più recenti evidenze in letteratura.

I principali ambiti che verranno approfonditi saranno l'epidemiologia, il meccanismo lesionale, la valutazione clinica e il trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio.

## **2. MATERIALI E METODI**

È stato scelto di eseguire la Revisione della letteratura in modalità narrativa in quanto, considerata la vastità dell'argomento, l'autore possa scegliere studi più utili e rilevanti per ciascuna tematica. Tuttavia, al fine di eseguire una ricerca organizzata e ben strutturata, è stato preso come guida il *PRISMA statement*<sup>35</sup>.

### **2.1 CRITERI DI ELEGGIBILITÀ**

In linea con l'obiettivo di questa revisione, sono stati inclusi tutti gli articoli che riportassero informazioni sulle Lesioni muscolari del Polpaccio rispetto all'epidemiologia, al meccanismo lesionale, alla valutazione clinica e alle proposte di trattamento.

Sono stati inclusi solo articoli in lingua inglese ed italiana; non sono state applicate restrizioni di tipologia di articolo o di data di pubblicazione.

### **2.2 FONTI DI INFORMAZIONE**

Per eseguire la revisione narrativa sono stati consultati i database di PubMed (NCBI), Pedro e Cochrane usando differenti stringhe di ricerca.

### **2.3 STRATEGIE DI RICERCA**

Per rispondere ai quesiti della revisione sono state create quattro diverse strategie di ricerca al fine di non perdere articoli rilevanti per ciascun argomento (epidemiologia, meccanismo lesionale, valutazione clinica, proposte di trattamento).

### 2.3.1 EPIDEMIOLOGIA

Per identificare le parole chiave per impostare una stringa di ricerca è stato utilizzato il modello “POT” (*Population, Outcome, Time Stamp*) costruito nel modo seguente:

- P (*Population*): soggetti con lesione dei muscoli del polpaccio;
- O (*Outcome*): epidemiologia;
- T (*Time Stamp*): 12/02/2021.

La stringa di ricerca costruita su PubMed (NCBI) è la seguente:

((("Gastrocnemius Muscle") OR ("Gastrocnemius Muscles") OR ("Soleus Muscle") OR ("Soleus Muscles") OR ("Calf Muscle") OR ("Calf Muscles") OR ("Plantaris Muscle") OR ("Plantaris Muscles"))) AND (("Sprains and Strains"[MeSH Terms]) OR ("Sprains and Strains") OR ("Sprain and Strain") OR ("Sprains and Strain") OR (Strain) OR (Sprain) OR ("Wounds and Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Wounds and Injuries") OR ("Wound and Injury") OR ("Wound and Injuries") OR ("Wounds and Injury") OR (Wound) OR (Injury) OR (Trauma) OR ("Leg Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Leg Injuries") OR ("Leg Injury") OR ("Athletic Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Athletic Injuries") OR ("Athletic Injury") OR ("Sports Injury") OR ("Sports Injuries"))) OR (("Calf Injury") OR ("Calf Injuries") OR ("Calf Strain") OR ("Calf Strains") OR ("Calf Lesion") OR ("Calf Lesions") OR ("Gastrocnemius Tear") OR ("Gastrocnemius Strain") OR ("Gastrocnemius Rupture") OR ("Gastrocnemius Injury") OR ("Gastrocnemius Injuries") OR ("Soleus Strain") OR ("Soleus Rupture") OR ("Plantaris Rupture") OR ("Plantaris Injury"))) AND ((Epidemiology[MeSH Terms]) OR (Epidemiology)))

Le stringhe di ricerca costruite su Pedro e su Cochrane sono:

NUMERO	PEDRO	COCHRANE
1	“Gastrocnemius”	“Calf Muscle”
2	“Soleus”	“Gastrocnemius Muscle”
3	“Calf”	“Soleus Muscle”
4	“Injury”	“Plantaris Muscle”
5	“Strain”	“Wounds and Injuries”

6	"Trauma"	"Injury"
7		"Sprains and Strains"
8		"Sprain"
9		"Strain"
<b>STRINGA DI RICERCA</b>	#1 AND #4; #2 AND #4; #3 AND #4; #1 AND #5; #3 AND #5; #3 AND #6	(#1 OR #2 OR #3 OR #4) AND (#5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9)

Tabella II. Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per "Epidemiologia".

Risultati "Epidemiologia" Pubmed: 63 articoli.

Risultati Pedro: 57 articoli.

Risultati "Epidemiologia" Cochrane: 225 articoli.

### 2.3.2 MECCANISMO LESIONALE

Per identificare le parole chiave per impostare una stringa di ricerca è stato utilizzato il modello "PECOT" (*Population, Exposure, Comparison, Outcome, Time Stamp*) costruito nel modo seguente:

- P (*Population*): soggetti con lesione dei muscoli del polpaccio;
- E (*Exposure*): meccanismo lesionale;
- T (*Time Stamp*): 12/02/2021.

La stringa di ricerca costruita su PubMed (NCBI) è la seguente:

((("Gastrocnemius Muscle") OR ("Gastrocnemius Muscles") OR ("Soleus Muscle") OR ("Soleus Muscles") OR ("Calf Muscle") OR ("Calf Muscles") OR ("Plantaris Muscle") OR ("Plantaris Muscles"))) AND (("Sprains and Strains"[MeSH Terms]) OR ("Sprains and Strains") OR ("Sprain and Strain") OR ("Sprains and Strain") OR (Strain) OR (Sprain) OR ("Wounds and Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Wounds and Injuries") OR ("Wound and Injury") OR ("Wound and Injuries") OR ("Wounds and Injury") OR (Wound) OR (Injury) OR (Trauma)

OR ("Leg Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Leg Injuries") OR ("Leg Injury") OR ("Athletic Injuries"[MeSH Terms]) OR ("Athletic Injuries") OR ("Athletic Injury") OR ("Sports Injury") OR ("Sports Injuries")) OR (("Calf Injury") OR ("Calf Injuries") OR ("Calf Strain") OR ("Calf Strains") OR ("Calf Lesion") OR ("Calf Lesions") OR ("Gastrocnemius Tear") OR ("Gastrocnemius Strain") OR ("Gastrocnemius Rupture") OR ("Gastrocnemius Injury") OR ("Gastrocnemius Injuries") OR ("Soleus Strain") OR ("Soleus Rupture") OR ("Plantaris Rupture") OR ("Plantaris Injury")) AND (("Mechanism of Trauma") OR ("Mechanism of Injury") OR ("Mechanism of Injuries") OR (Mechanism))

Le stringhe di ricerca costruite su Pedro e su Cochrane sono:

NUMERO	PEDRO	COCHRANE
1	"Gastrocnemius"	"Calf Muscle"
2	"Soleus"	"Gastrocnemius Muscle"
3	"Calf"	"Soleus Muscle"
4	"Injury"	"Plantaris Muscle"
5	"Strain"	"Wounds and Injuries"
6	"Trauma"	"Injury"
7		"Sprains and Strains"
8		"Sprain"
9		"Strain"
10		"Mechanism of Injury"
11		"Mechanism"
22		
<b>STRINGA DI RICERCA</b>	#1 AND #4; #2 AND #4; #3 AND #4; #1 AND #5; #3 AND #5; #3 AND #6	(#1 OR #2 OR #3 OR #4) AND (#5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9) AND (#10 OR #11)

Tabella III. Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per "Meccanismo Lesionale".

Risultati “Meccanismo Lesionale” Pubmed: 496 articoli.

Risultati Pedro: 57 articoli.

Risultati “Meccanismo Lesionale” Cochrane: 34 articoli.

### 2.3.3 VALUTAZIONE CLINICA

Per identificare le parole chiave per impostare una stringa di ricerca è stato utilizzato il modello “PICOT” (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Time Stamp*) costruito nel modo seguente:

- P (*Population*): soggetti con lesione dei muscoli del polpaccio;
- I (*Intervention*): valutazione clinica;
- T (*Time Stamp*): 12/02/2021.

La stringa di ricerca costruita su PubMed (NCBI) è la seguente:

(("Calf Injury") OR ("Calf Injuries") OR ("Calf Strain") OR ("Calf Strains") OR ("Calf Lesion") OR ("Calf Lesions") OR ("Gastrocnemius Tear") OR ("Gastrocnemius Strain") OR ("Gastrocnemius Rupture") OR ("Gastrocnemius Injury") OR ("Gastrocnemius Injuries") OR ("Soleus Strain") OR ("Soleus Rupture") OR ("Plantaris Rupture") OR ("Plantaris Injury"))) AND ((Diagnosis[MeSH Terms]) OR (Diagnosis) OR ("Diagnoses and Examinations") OR (Assessment) OR (Examination) OR (Evaluation) OR ("Diagnostic Test") OR ("Physical Examination"[MeSH Terms]) OR ("Physical Examination") OR ("Physical Exam") OR ("Physical Exams")))

Le stringhe di ricerca costruite su Pedro e su Cochrane sono:

NUMERO	PEDRO	COCHRANE
1	“Gastrocnemius”	“Calf Muscle”
2	“Soleus”	“Gastrocnemius Muscle”
3	“Calf”	“Soleus Muscle”
4	“Injury”	“Plantaris Muscle”

5	"Strain"	"Wounds and Injuries"
6	"Trauma"	"Injury"
7		"Sprains and Strains"
8		"Sprain"
9		"Strain"
10		"Diagnosis"
11		"Evaluation"
12		"Examination"
13		"Physical Examination"
<b>STRINGA DI RICERCA</b>	#1 AND #4; #2 AND #4; #3 AND #4; #1 AND #5; #3 AND #5; #3 AND #6	(#1 OR #2 OR #3 OR #4) AND (#5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9) AND (#10 OR #11 OR #12 OR #13)

**Tabella IV.** Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per "Valutazione Clinica".

Risultati "Valutazione Clinica" Pubmed: 86 articoli.

Risultati Pedro: 57 articoli.

Risultati "Valutazione Clinica" Cochrane: 95 articoli.

### 2.3.4 TRATTAMENTO

Per identificare le parole chiave per impostare una stringa di ricerca è stato utilizzato il modello "PICOT" (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Time Stamp*) costruito nel modo seguente:

- P (*Population*): soggetti con lesione dei muscoli del polpaccio;
- I (*Intervention*): trattamento;

- T (Time Stamp): 12/02/2021.

La stringa di ricerca costruita su PubMed (NCBI) è la seguente:

("Calf Injury") OR ("Calf Injuries") OR ("Calf Strain") OR ("Calf Strains") OR ("Calf Lesion") OR ("Calf Lesions") OR ("Gastrocnemius Tear") OR ("Gastrocnemius Strain") OR ("Gastrocnemius Rupture") OR ("Gastrocnemius Injury") OR ("Gastrocnemius Injuries") OR ("Soleus Strain") OR ("Soleus Rupture") OR ("Plantaris Rupture") OR ("Plantaris Injury")) AND ((Therapeutics[MeSH Terms]) OR (Therapeutic) OR (Therapy) OR (Treatment) OR (Rehabilitation[MeSH Terms]) OR (Rehabilitation) OR ("Physical Therapy Modalities"[MeSH Terms]) OR ("Physical Therapy Modalities") OR ("Physical Therapy") OR ("Physical Therapies")))

Le stringhe di ricerca costruite su Pedro e su Cochrane sono:

NUMERO	PEDRO	COCHRANE
1	"Gastrocnemius"	"Calf Muscle"
2	"Soleus"	"Gastrocnemius Muscle"
3	"Calf"	"Soleus Muscle"
4	"Injury"	"Plantaris Muscle"
5	"Strain"	"Wounds and Injuries"
6	"Trauma"	"Injury"
7		"Sprains and Strains"
8		"Sprain"
9		"Strain"
10		"Therapeutics"
11		"Rehabilitation"
12		"Physical Therapy"
13		"Therapy"

<b>STRINGA DI RICERCA</b>	#1 AND #4; #2 AND #4; #3 AND #4; #1 AND #5; #3 AND #5; #3 AND #6	(#1 OR #2 OR #3 OR #4) AND (#5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9) AND (#10 OR #11 OR #12 OR #13)
-----------------------------------	---	--

**Tabella V.** Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per “Trattamento”.

Risultati “Trattamento” Pubmed: 66 articoli.

Risultati Pedro: 57 articoli.

Risultati “Trattamento” Cochrane: 136 articoli.

## **2.4 PROCESSO DI SELEZIONE DEGLI STUDI**

L’identificazione degli articoli alla base della revisione narrativa è stata effettuata con lo scopo di rendere riproducibile la ricerca e per ottenere il maggior numero di informazioni possibili.

Dopo aver prodotto le diverse stringhe di ricerca, tramite il software “Zotero” (<https://www.zotero.org/>), sono stati inizialmente eliminati i duplicati. La selezione degli studi è stata poi effettuata valutando la pertinenza degli articoli all’obiettivo della ricerca. Questo passaggio è stato condotto attraverso la lettura dei titoli e degli abstract degli articoli trovati, dopodiché si è proseguito con l’analisi dei full-text.

Ulteriori articoli ritenuti rilevanti, ma non individuati dalla ricerca, sono stati ottenuti dalla lettura della bibliografia degli articoli selezionati.

### 3. RISULTATI

#### 3.1 PROCESSO DI SELEZIONE DEGLI ARTICOLI

Dalla ricerca nella banca dati PubMed, con le stringhe sopracitate, sono emersi 711 articoli. Nello specifico sono stati identificati 63 articoli sull'epidemiologia, 496 sul meccanismo lesionale, 86 sulla valutazione clinica e 66 sul trattamento. Dalla ricerca nella banca dati PEDro sono emersi 57 articoli comprensivi di tutte le stringhe. Dalla ricerca nella banca dati Cochrane sono emersi 490 articoli di cui 225 sull'epidemiologia, 34 sul meccanismo lesionale, 95 sulla valutazione clinica, 136 sul trattamento. Altri 3 articoli sono stati inclusi grazie ad una ricerca semplice "Tennis Leg" su PubMed. Usando il motore di ricerca Zotero sono stati eliminati, innanzitutto, i duplicati arrivando così ad ottenere un totale di 895 articoli. In seguito, i rimanenti sono stati sottoposti a screening, seguendo i criteri di inclusione ed esclusione sopra citati, con le seguenti modalità:

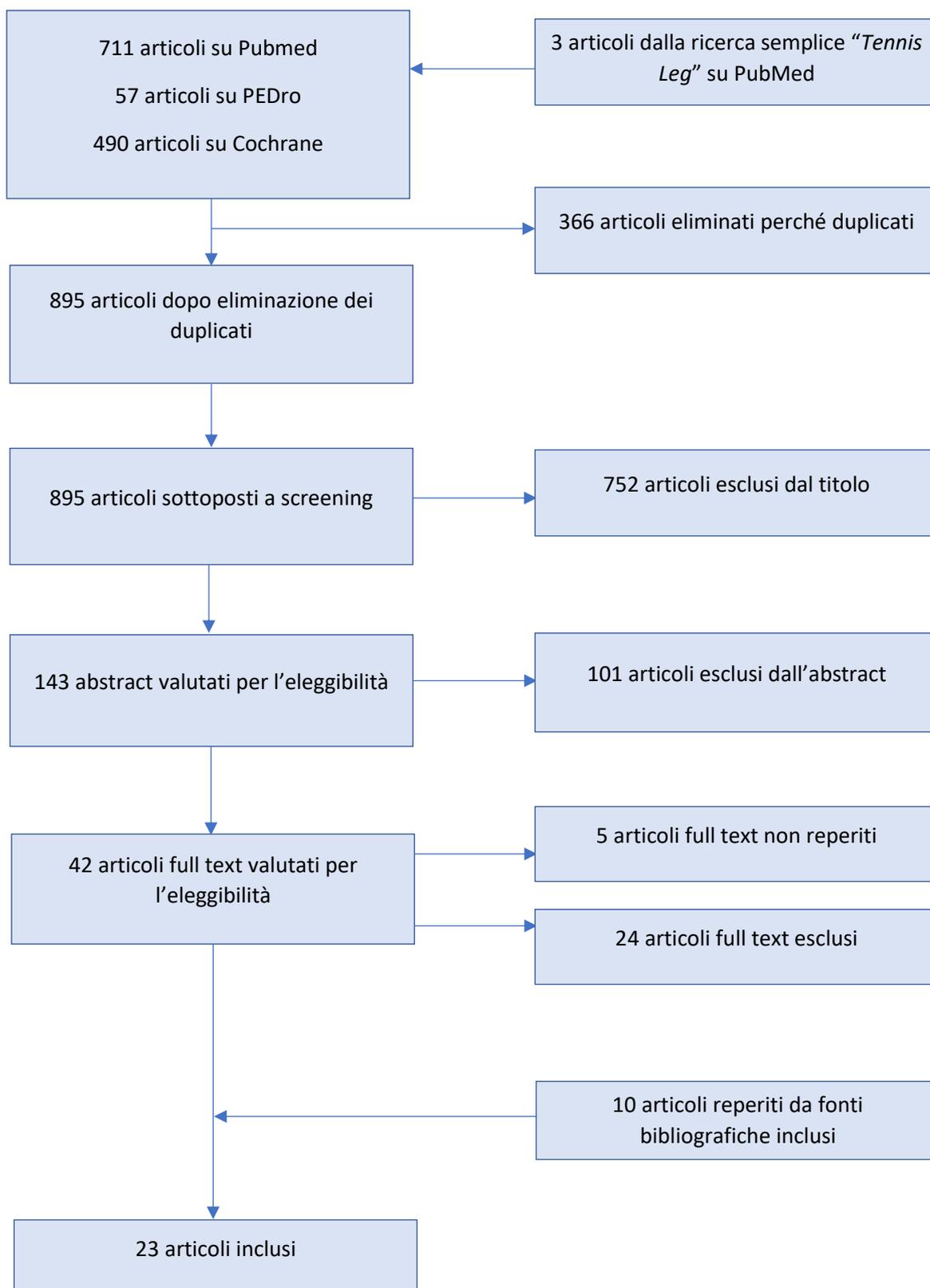
- Eliminazione di 752 articoli dopo la lettura del solo titolo;
- Dei rimanenti 143 ne è stato letto l'abstract;
- Eliminazione di 101 articoli dopo la lettura dell'abstract;
- Dei rimanenti 42 articoli ne è stato letto il full text;
- 24 articoli sono stati eliminati dopo la lettura del full text e di 5 articoli non è stato possibile reperire il full text;
- Sono stati inclusi 10 articoli reperiti da fonti bibliografiche;
- I rimanenti 23 articoli sono stati usati per la presente revisione narrativa.

Al termine del processo di selezione sono stati inclusi 23 articoli, conformi ai criteri di inclusione ed esclusione precedentemente citati:

1. Kwak et al. (2006) "Ruptures of the medial head of the gastrocnemius ("tennis leg"). Clinical outcome and compression effect"<sup>25</sup>.
2. Kwak et al. (2006) "Diagnosis and Follow-up US Evaluation of Ruptures of the Medial Head of the Gastrocnemius ("Tennis Leg")"<sup>36</sup>.
3. Spina et al. (2007) "The plantaris muscle: anatomy, injury, imaging and treatment"<sup>26</sup>.
4. Koulouris et al. (2007) "Magnetic resonance imaging findings of injuries to the calf muscle complex"<sup>37</sup>.
5. Flecca et al. (2007) "US evaluation and diagnosis of rupture of the medial head of the gastrocnemius (tennis leg)"<sup>38</sup>.

6. Campbell (2009) "Posterior Calf Injury"<sup>16</sup>.
7. Dixon et al. (2009) "Gastrocnemius vs. soleus strain: how to differentiate and deal with calf muscle injuries"<sup>23</sup>.
8. Ekstrand et al. (2011) "Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer)"<sup>2</sup>.
9. Balius et al. (2012) "The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution"<sup>39</sup>.
10. Balius et al. (2014) "Soleus muscle injury: sensitivity of ultrasound patterns"<sup>40</sup>.
11. Brennan et al. (2014) "Correlatin clinical assessment and MRI findings in diagnosis calf injuries in elite male Australian rules footballers"<sup>13</sup>.
12. Pedret et al. (2015) "Return to Play After Soleus Muscle Injuries"<sup>41</sup>.
13. Pollock et al. (2016) "Plantaris injuries in elite UK track and field athletes over a 4-year period: a retrospective cohort study"<sup>42</sup>.
14. Fields et al. (2016) "Muscular Calf Injuries in Runners"<sup>22</sup>.
15. Werner et al. (2017) "Acute Gastrocnemius-Soleus Complex Injuries in National Football League Athletes"<sup>43</sup>.
16. Borrione et al. (2017) "The use of platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of gastrocnemius strains: a retrospective observational study"<sup>44</sup>.
17. Bright et al. (2017) "Ultrasound Diagnosis of Calf Injuries"<sup>24</sup>.
18. Ekstrand et al. (2019) "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"<sup>4</sup>.
19. Hultman et al. (2020) "Gastrocnemius Injuries in Professional Baseball Players. An Epidemiological Study"<sup>20</sup>.
20. Green et al. (2020) "Calf muscle strain injuries in elite Australian Football players: A descriptive epidemiological evaluation"<sup>45</sup>.
21. Ishoi et al. (2020) "Diagnosis, prevention and treatment of common lower extremity muscle injuries in sport-grading the evidence: a statement paper commissioned by the Danish Society of Sports Physical Therapy (DSSF)"<sup>46</sup>.
22. De-la-Cruz-Torres et al. (2020) "Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis in Dancer with Chronic Soleus Injury: a Randomized Clinical Trial"<sup>47</sup>.
23. Pedret et al. (2020) "Ultrasound classification of medial gastrocnemius injuries"<sup>48</sup>.

### 3.1.1 FLOW CHART DI SELEZIONE DEGLI ARTICOLI



PRISMA Statement 2020<sup>35</sup>. Diagramma di flusso della selezione degli articoli

### 3.2 SINTESI DEGLI STUDI INCLUSI

Gli studi inclusi nella revisione narrativa sono stati sintetizzati nelle seguenti tabelle (**Tabella VI**, **Tabella VII**, **Tabella VIII**, **Tabella IX**). Sono stati messi in evidenza gli aspetti principali di ogni studio così da averne una visione più chiara e da rendere più efficiente il confronto. All'interno della **Tabella VI**, relativa all'epidemiologia, sono stati indicati:

- Autore, anno di pubblicazione e titolo dello studio;
- Disegno di studio;
- Campione coinvolto (n) e caratteristiche principali;
- Scopo dello studio;
- Risultati: sintesi dei principali risultati degli studi.

All'interno della **Tabella VII** sono stati riassunti gli studi relativi alla valutazione clinica indicando:

- Autore, anno di pubblicazione e titolo dello studio;
- Disegno di studio;
- Campione coinvolto (n) e caratteristiche principali;
- Scopo dello studio;
- Valutazione clinica;
- Risultati: sintesi dei principali risultati degli studi.

Nella **Tabella VIII** sono stati riportati invece gli studi relativi al trattamento nel modo seguente:

- Autore, anno di pubblicazione e titolo dello studio;
- Disegno di studio;
- Campione coinvolto (n) e caratteristiche principali;
- Intervento e numero di trattamenti (NT) e gruppo di controllo;
- Outcome: i risultati che lo studio si propone di analizzare;
- Risultati: sintesi dei principali risultati degli studi.

Infine, nella **Tabella IX** sono state riassunte le Review riportando:

- Autore, anno di pubblicazione e titolo dello studio;
- Disegno di studio;
- Scopo dello studio;

- Risultati: sintesi dei principali risultati degli studi.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE e TITOLO	TIPO DI STUDIO	CAMPIONE (n) e CARATTERISTICI CHE	SCOPO	RISULTATI
Ekstrand et al. (2011) <b>“Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer)”<sup>2</sup></b>	Studio prospettico, di Coorte	N=2299 Giocatori di Football (51 squadre) dei quali sono state registrate N=2908 lesioni muscolari (strutturali e funzionali). La coorte UCL è stata seguita da 1 a 8 stagioni tra luglio 2001 e giugno 2009. La coorte SWE è stata seguita da 1 a 3 stagioni nel 2001, 2002 e 2005. La coorte ART invece è stata seguita da 1 a 7 stagioni da febbraio 2003 a dicembre 2009.	Indagare l'incidenza e la natura delle lesioni muscolari nei giocatori di calcio d'élite.	La prevalenza delle lesioni muscolari al polpaccio, durante una stagione, è del 6% circa. L'incidenza totale, espressa come numero di lesioni/1000 ore di esposizione, è di 0.31 (range: 0.28-0.35), maggiore durante le partite rispetto agli allenamenti. Il 92% delle lesioni muscolari colpiscono l'arto inferiore, di cui il 13% sono lesioni del polpaccio. Nel 51% dei casi il polpaccio lesionato è quello dell'arto dominante. La maggior parte delle lesioni al polpaccio avviene con un trauma acuto; solo il 28% avviene per overuse. Il 95% delle lesioni al polpaccio avviene senza contatto. Le lesioni al polpaccio sono molto frequenti negli ultimi 15 minuti della partita (P<0.05, rispetto a 0-15, 15-30, 30-45 e 60-75 minuti). L'incidenza delle lesioni al polpaccio aumenta con l'età con 0.32/1000 ore per giovani, 1.07 nell'età intermedia, e 1.89 per anziani. Il tasso di recidiva delle lesioni al polpaccio è del 13%. In media una lesione al polpaccio comporta 14.7 ± 14.4 giorni di assenza.
Balius et al. (2012) <b>“The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of</b>	Studio retrospettivo e prospettico	N=11 arti inferiori di cadaveri, di cui 6 dissezionati e valutati istologicamente e 5 tagliati in sezioni assiali.	Descrivere l'anatomia del muscolo soleo con risonanza magnetica, dissezione anatomica e correlazione	Dalla dissezione anatomica sono state individuate due aponeurosi intramuscolari prossimali. Distalmente queste fibre muscolari si inseriscono in un lungo tendine centrale che va poi a confluire nel tendine d'Achille con i gastrocnemi. È stata rilevata una lunghezza del tendine centrale significativamente

<p><b>strain injury distribution</b><sup>39</sup></p>		<p>N=20 volontari sani sottoposti a MRI ad entrambi i polpacci.</p> <p>N=55 casi di lesioni al muscolo soleo rilevati tra il 2009 e il 2011 e già valutati con imaging, sono stati sottoposti nuovamente a MRI.</p>	<p>istologica nei cadaveri.</p> <p>Analizzare la morfometria del muscolo soleo in volontari sani.</p> <p>Fare uno studio retrospettivo sulle lesioni del muscolo soleo confermate alla MRI.</p>	<p>maggiore a destra che a sinistra (p=0,02). Come Anche l'inserzione di questo tendine nel tendine d'Achille è differente in modo significativo (p=0.02) tra i due lati: a destra risulta 7.19 cm e a sinistra 7.94 cm. Con l'analisi retrospettiva invece sono stati individuati 5 siti nei quali si possono presentare le lesioni al muscolo soleo: tre siti nella giunzione muscolotendinea MT (mediale, centrale e laterale) e due nella zona miofasciale MF (anteriore e posteriore). Il sito di lesione più comune sembra essere MTM che comprende il 56.4% di tutti i casi.</p>
<p>Pollock et al. (2016) <b>"Plantaris injuries in elite UK track and field athletes over a 4-year period: a retrospective cohort study"</b><sup>42</sup></p>	<p>Studio retrospettivo di coorte</p>	<p>N=214 atleti professionisti seguiti dal 2009 al 2013. In totale c'erano 95 donne (24 anni ± 5.5) e 119 uomini (23 anni ± 4.4). Lo studio comprendeva: n° 85 sprinters, n° 40 jumpers, n° 9 multi-eventers, n° 57 atleti di endurance e n° 23 atleti di lancio. La diagnosi del muscolo plantare veniva confermata con imaging o radiologicamente.</p>	<p>Valutare l'incidenza, la natura e l'outcome della lesione del muscolo plantare negli atleti professionisti di atletica leggera in Inghilterra.</p>	<p>Sono state riscontrate 33 lesioni del muscolo plantare con una incidenza annuale del 3.9 - 9.3%. La diagnosi di lesione è stata effettuata clinicamente (episodio traumatico, localizzazione del dolore) con il supporto di US o MRI; oppure chirurgicamente. Nei 'bend running sprinters' (ovvero gli atleti che hanno percorso una traiettoria curva) si sono presentate più lesioni del muscolo plantare nel lato destro. 13 atleti sono stati trattati chirurgicamente: sono stati rimossi chirurgicamente 17 muscoli plantari (4 rimozioni bilaterali). L'incidenza dell'intervento chirurgico nelle lesioni del muscolo plantare è stata del 51,5%. La riabilitazione prevedeva invece una progressione di esercizi basati sul recupero della forza in sala pesi e movimenti sport specifici (drill e corsa) senza dolore. Delle 33 lesioni, 19 si sono verificate negli sprinters (22 % di tutti gli sprinters) e 10 in endurance runners (18 % degli endurance runners). Ci sono state 4 rotture complete del muscolo</p>

				plantare, ma gli atleti sono tornati ai livelli di competizione pre-lesione in 8 settimane senza future presentazioni cliniche. N°4 atleti hanno avuto una rottura parziale e due di questi sono rientrati in campo dopo 8 settimane di trattamento conservativo.
Werner et al. (2017) <b>“Acute Gastrocnemius-Soleus Complex Injuries in National Football League Athletes”</b> <sup>43</sup>	Studio retrospettivo	È stata analizzata una singola squadra di calcio della National Football League (NFL) dal 2003 al 2015. Sono state registrate n° 27 lesioni al polpaccio in 24 giocatori. I dati demografici e del RTP dei pazienti sono stati presi dai registri medici. Le MRI disponibili erano solo 14 delle 27 lesioni. L'età media dei giocatori era di 27,2 anni (range: 22-35 anni).	Valutare in maniera retrospettiva l'incidenza, le caratteristiche dell'imaging e il tempo di RTP delle lesioni al muscolo polpaccio in una singola squadra di calcio della NFL. Secondariamente l'obiettivo è stato anche analizzare le caratteristiche demografiche e radiologiche dei pazienti con un RTP più lungo.	In 13 anni sono state registrate 27 lesioni al polpaccio in 24 giocatori, con un'incidenza annuale di 2,3 lesioni acute al polpaccio per anno in una singola squadra di NFL. Di queste 27 lesioni, 20 erano lesioni isolate al muscolo gastrocnemio (74%), 4 erano lesioni isolate al muscolo soleo (15%) e le rimanenti 3 coinvolgevano entrambi (11%). Tre giocatori sono stati sottoposti ad intervento chirurgico. I difensori vanno incontro alle lesioni più frequentemente rispetto agli altri giocatori, con una differenza significativa (p=0,043). In questo campione il tempo medio per il RTP è stato di 17.4 ± 14.6 giorni (range: 3-62 giorni). I soggetti con un RTP > 2 settimane presentavano una lesione della fascia (p=0,032) e un accumulo di fluido (p=0,031) significativamente maggiore rispetto ai giocatori con un RTP < 2 settimane.
Ekstrand et al. (2019) <b>“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”</b> <sup>4</sup>	Studio prospettico, di Coorte	I dati di questo studio sono stati raccolti da: “Union of European Football Association ECIS”, da altre squadre europee professionistiche che giocano con tappeto erboso	Fornire dettagli rispetto ai giorni di assenza e al RTP per le 30 lesioni più comuni nei giocatori di calcio professionisti. Nello specifico sono stati inclusi dati riguardo le lesioni primarie e le recidive.	Le lesioni sono state suddivise in tre categorie rappresentative a seconda di quanti giorni di assenza causavano nell'atleta: lesioni leggere (7 giorni di assenza o meno), lesioni moderate (assenza media di 8-28 giorni), lesioni severe (assenza maggiore di 28 giorni). Nello specifico, in questo studio è emerso che, nelle lesioni primarie, le lesioni al polpaccio strutturali portano l'atleta ad un'assenza di 17,4 giorni in

		<p>artificiale e dalla prima divisione inglese, svedese, danese e norvegese.</p> <p>Un totale di 116 squadre, da 24 stati, sono state seguite per diverse stagioni (1–16) tra il 2001 e il 2017.</p> <p>Durante questo periodo sono state registrate 22 942 lesioni, di cui 19 926 lesioni primarie e 3016 recidive.</p>		<p>media (13 giorni valore mediano); nelle lesioni funzionali invece 5,6 giorni di assenza in media (4,0 giorni valore mediano).</p> <p>Nelle recidive è risultato che nelle lesioni strutturali al polpaccio l'atleta si assenta per 20,8 giorni in media (16,0 valore mediano); nelle lesioni funzionali invece 7,3 giorni di assenza in media (4,0 valore mediano).</p> <p>In questo studio si evidenzia dunque che le lesioni al polpaccio rientrano, come le altre lesioni muscolari, nelle lesioni di tipo leggero-moderato rispetto ai giorni di assenza dell'atleta.</p> <p>Inoltre, la differenza dei giorni di assenza delle lesioni al polpaccio strutturali primarie Vs recidive è significativa (<math>p=0,047</math>; <math>p&lt;0,05</math>). Lo stesso non è stato riscontrato nelle lesioni funzionali al polpaccio (<math>p=0,304</math>; <math>p&gt;0,05</math>).</p>
<p>Hultman et al. (2020)  <b>"Gastrocnemius Injuries in Professional Baseball Players: An Epidemiological Study"</b><sup>20</sup></p>	<p>Studio Epidemiologico Descrittivo</p>	<p>N= 750 atleti di 30 squadre tra Stati Uniti e Canada. N° 416 lesioni del m. gastrocnemio sono state registrate dal 2011 al 2016.</p> <p>Rispettivamente n= 146 nel Major League Baseball (MLB) con età media di 30,1 anni; n= 270 nel Minor League Baseball (MiLB) con età media di 23,9 anni.</p>	<p>Incidenza e caratteristiche delle lesioni muscolari del gastrocnemio in giocatori di baseball professionisti.</p>	<p>L'attività che causa lesioni più frequentemente è 'Base running' (36,1%), seguita da 'fielding' (23,6%), con 50,3% di lesioni dei base-running accadute nel raggiungimento della prima base. Nei giocatori MLB, le lesioni del muscolo gastrocnemio sono più comuni negli infielders (48,3%), seguiti dai pitchers (27,6%) e poi dagli outfielders (17,9%); mentre per i giocatori MiLB le lesioni sono più distribuite (33.5%, 28.8%, e 30.7%, rispettivamente). In media il numero di lesioni per stagione è stato: running 24.2/y, fielding 15.8/y, conditioning 8.8/y, pitching 7.5/y, batting 3.3/y, throwing 1.3/y. In media i giorni di assenza causati dalla lesione sono stati circa 11.6 giorni per lesione.</p>

<p>Green et al. (2020) "Calf muscle strain injuries in elite Australian Football players: A descriptive epidemiological evaluation"<sup>45</sup></p>	<p>Studio Epidemiologico Descrittivo</p>	<p>N= 149 atleti con Calf muscle strain injuries (CMSI) avvenute tra il 2014 e il 2017 sono stati inclusi. L'età media era di 25 anni (range: 18-33 anni). N=184 lesioni al polpaccio sono state incluse (149 primo episodio, 35 recidive).</p>	<p>Descrivere l'epidemiologia delle lesioni muscolari al polpaccio negli Australian Football player professionisti.</p>	<p>L'84.6% delle lesioni riguardano il muscolo soleo il quale richiede un periodo di <math>25.4 \pm 16.2</math> giorni di RTS, a differenza delle lesioni del gastrocnemio che ne richiedono <math>19.1 \pm 14.1</math> (P = 0,097). Le CMSI verificatesi durante la corsa impiegano in più giorni di recupero (12 giorni) rispetto alle lesioni non legate alla corsa (P = 0.001). Le CMSI sono più comuni durante la partita che durante l'allenamento sia per il muscolo soleo che per il muscolo gastrocnemio (soleo: partita = 53.6%, allenamento = 44.6%, altro = 1.8%; gastrocnemio: partita = 64.7%, allenamento = 35.3%). Comunemente le lesioni al polpaccio accadono nelle attività di corsa (accelerazione, corsa ad alta intensità, steady-state running, decelerazione, rapido cambiamento di direzione) sia nel muscolo soleo (46.8%) che nel gastrocnemio (52.9%). Nel muscolo soleo l'attività che causa più frequentemente la lesione è lo steady-state running (soleo = 15%, gastrocnemio = 5.9%), mentre nel gastrocnemio è la corsa ad alta intensità (gastrocnemio= 23.5%, soleo= 9.7%).</p>
<p>Pedret et al. (2020) "Ultrasound classification of medial gastrocnemius injuries"<sup>48</sup></p>	<p>Studio retrospettivo</p>	<p>N=115 soggetti (64 atleti e 51 lavoratori con età media rispettivamente di 40.7 anni e 48.7 anni) con una lesione del capo mediale del gastrocnemio confermata agli US</p>	<p>Proporre una classificazione delle lesioni del capo mediale del gastrocnemio basata agli US e relazionarla al return to work (RTW) e al return to sports (RTS) per valutare il valore</p>	<p>Alla valutazione con gli US sono state registrate: la localizzazione anatomica della lesione (giunzione mioaponeurotica, aponeurosi del gastrocnemio GA e aponeurosi del gastrocnemio libera da fibre muscolari FGA), la presenza di ematoma intermuscolare e la presenza di movimenti asincroni di soleo-gastrocnemio. In questo studio sono state dunque proposte 5 localizzazioni</p>

		sono stati inclusi tra il 2017 e il 2019.	prognostico della classificazione.	delle lesioni (Tipo 1: mioaponeurosi; Tipo 2A: <50% GA; Tipo 2B: > 50% GA; Tipo 3: FGA; Tipo 4: GA e FGA) con una relazione statisticamente significativa con il RTP/RTW in ogni gruppo ( $p<0.001$ ). Il più lungo RTW/RTP è associato alle lesioni che coinvolgono FGA. La presenza di ematoma e del movimento asincrono tra soleo e gastrocnemio sono stati visti nelle lesioni che coinvolgono >50% dell'GA con o senza l'associazione di FGA; questo si correla ad una prognosi peggiore.
--	--	---	------------------------------------	--

**Tabella VI.** Sintesi degli studi inclusi relativi all'epidemiologia.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE e TITOLO	TIPO DI STUDIO	CAMPIONE (n) e CARATTERISTICHE	SCOPO	VALUTAZIONE	RISULTATI
Kwak et al. (2006) "Diagnosis and Follow-up US Evaluation of Ruptures of the Medial Head of the Gastrocnemius ("Tennis Leg")" <sup>36</sup>	Studio prospettivo	N=22 soggetti con un'età media di 39 anni (range: 30-45 anni) con sospetto clinico di lesione del capo mediale del gastrocnemio. Tutti i pazienti durante il periodo di valutazione hanno seguito lo stesso protocollo: riposo, ghiaccio, elevazione della gamba e fans per i primi 1-2 giorni; stampelle e manicotto in neoprene per 2-4 settimane;	Analizzare le immagini agli ultrasuoni (US) di una lesione del capo mediale del gastrocnemio, <i>Tennis Leg</i> (TL), e del suo processo riparativo.	Tutti i pazienti sono stati valutati con gli ultrasuoni ad entrambi gli arti inferiori circa 1.5 giorni dopo l'evento traumatico. Le valutazioni cliniche e le immagini agli ultrasuoni sono state condotte con un intervallo di 2 settimane nel mese della lesione e con un intervallo di 1 mese nei successivi sei mesi.	Dei 22 soggetti esaminati in 7 pazienti è stata riscontrata una lesione parziale del gastrocnemio (31.8%), in 15 una lesione completa. In 20 pazienti (15 con lesione totale e 5 con lesione parziale) è stata rilevata una raccolta di fluido tra gastrocnemio e soleo (90.9%). Lo spessore di questo fluido era significativamente maggiore nelle

		stretching passivo e attivo per 2 settimane.			rottture complete (media: 9.7 mm) rispetto alle rottture parziali (media: 6.8 mm) (p < 0.01). Dopo circa 4 settimane è stato possibile osservare agli US un'unione iniziale tra soleo e gastrocnemio; ciò ha consentito ai pazienti di camminare senza dolore. Il tempo di guarigione non è risultato significativamente diverso tra le lesioni complete e parziali. Dopo circa 6 mesi tutti i pazienti erano asintomatici.
Koulouris et al. (2007) " <b>Magnetic resonance imaging findings of injuries to the calf muscle complex</b> " <sup>37</sup>	Studio retrospettivo	N= 59 Pazienti (48 uomini e 11 donne, con un'età media di 31 e 47 anni) che hanno avuto una lesione del polpaccio nel periodo Aprile 2001 – Settembre 2004.	Descrivere l'imaging a seguito di una lesione muscolare al polpaccio	L'attenzione è stata posta alla frequenza del muscolo coinvolto, alla localizzazione della lesione e all'estensione del danno.	In 39 pazienti (66.1%) è stata rilevata una lesione solitaria, in 20 pazienti (33.9%) invece sono stati rilevati due siti di lesione. L'83.1% delle lesioni erano acute, le rimanenti subacute. Il 48.7% delle lesioni isolate riguardava il gastrocnemio, soprattutto quello

					<p>mediale. Il 46.2% dei pazienti ha avuto una lesione isolata del muscolo soleo, mentre il 5.1% una lesione isolata del muscolo plantare. Le lesioni combinate trovate con maggior frequenza sono state gastrocnemio e soleo (60%). Il 76.3% dei pazienti presentava un ematoma.</p>
<p>Flecca et al. (2007) <b>“US evaluation and diagnosis of rupture of the medial head of the gastrocnemius (tennis leg)”</b><sup>38</sup></p>	<p>Studio prospettico</p>	<p>N= 35 pazienti (25 uomini e 10 donne) con un'età media di 47.5 anni (range: 35-60 anni) con danno acuto traumatico del polpaccio.</p>	<p>Dimostrare l'accuratezza diagnostica dell'ecografia nella diagnosi della rottura del capo mediale del muscolo gastrocnemio (Tennis Leg).</p>	<p>Sono stati valutati con esame ecografico, circa 1.5 giorni dopo la lesione, in posizione prona con il ginocchio flesso di 10°-15°. La rottura è generalmente associata ad una raccolta di fluido tra il capo mediale del gastrocnemio e il soleo. La misura di questo da informazioni sull'estensione della lesione, mentre la distanza tra i due ventri indica il grado.</p>	<p>A 33 pazienti è stata identificata una tennis leg (97%). Di questi, 24 avevano una rottura parziale, 9 una rottura completa, 1 una lesione della giunzione miotendinea e 1 una cisti di Beker. Il grado della raccolta di fluido era significativamente maggiore nelle lesioni totali (diametro anteroposteriore di 6-16mm; media 9.7) rispetto a quelle parziali</p>

					(diametro a-p 4-8 mm; media 6.8).
Brennan et al. (2014) <b>“Correlatin clinical assessment and MRI findings in diagnosis calf injuries in elite male Australian rules footballers”</b> <sup>13</sup>	Studio prospettico, di Coorte	N=45 Australian rules elite athletes, con un’età media di 23.2 anni, sottoposti ad una sessione di allenamento ad alto carico di circa 10 km di corsa. Nel giorno seguente sono stati esaminati da un fisioterapista sportivo con esame soggettivo e clinico e, in seguito, sono stati sottoposti a MRI.	Determinare quanto accuratamente la MRI trova correlazione con l’esame clinico nel complesso delle patologie muscolari del polpaccio negli atleti uomini d’elite.	La storia clinica raccoglieva informazioni riguardo: recenti sintomi al polpaccio o traumi recenti. L’esame obiettivo valutava: palpazione, test di allungamento (ROM in dorsiflessione di caviglia con ginocchio in massima flessione o estensione), test di contrazione statici (straight-knee calf contraction e bent-knee calf contraction) e dinamici (single leg hop). Subito dopo la valutazione clinica i pazienti venivano sottoposti a MRI bilaterale.	Sono state eseguite 90 MRI al polpaccio. Solo in 57 casi (63,3%) c’è stata una correlazione tra esame clinico e MRI. Di questi, 28 erano normali (53,3%), 7 DOMS (7,8%), 2 contusioni (2,2%). Dei 33 casi senza correlazione c’erano 4 (4,4%) lesioni al polpaccio radiologiche asintomatiche.
Balius et al. (2014) <b>“Soleus muscle injury: sensitivity of ultrasound patterns”</b> <sup>40</sup>	Studio prospettico?	Immagini con ultrasuoni e risonanza magnetica sono state rilevate da maggio 2009 a febbraio 2013. Sono stati analizzati pazienti che si presentavano con dolore acuto al polpaccio	Valutare la sensibilità degli ultrasuoni nell’individuare una lesione del muscolo soleo diagnosticata con la risonanza magnetica (MRI). L’obiettivo è anche quello di studiare la localizzazione	La MRI è considerata il gold standard per la diagnosi di lesione muscolare. Questa è stata eseguita da un radiologo esperto, mentre gli ultrasuoni sono stati eseguiti da due ecografisti con esperienza. Gli ultrasuoni sono stati rilevati circa 2-	Dallo studio con MRI sono state individuate: 24 lesioni miofasciali (43.7 %), di cui 15 posteriori PMF (27.3 %) e 9 anteriori AMF (16.4%); 31 lesioni muscolotendinee (56.3 %) di cui 9 mediali MMT (16.4 %), 11

		<p>compatibile con una lesione del soleo.</p> <p>N=55 casi di lesioni al muscolo soleo sono stati studiati. I soggetti si presentavano con un'età media di 35.6 anni (range: 32.8–38.3 anni). Erano tutti atleti: 18 calciatori, 24 runner, 12 tennisti e 1 giocatore di pallacanestro.</p>	<p>della lesione, il pattern degli ultrasuoni e la loro evoluzione.</p>	<p>31 giorni dopo il trauma e la MRI pochi giorni dopo gli stessi.</p> <p>È stato poi condotto uno studio inter-osservatore da due ecografi esperti che, in modo indipendente e retrospettivo, hanno analizzato le immagini statiche degli ultrasuoni e i videoclip delle MRI positive.</p>	<p>lateralis LMT (20%) e 11 centrali CMT (20%).</p> <p>Rispetto alla MRI, gli US sono stati in grado di rilevare una lesione del muscolo soleo solo in 15 dei 55 casi (27,3%) di cui 10 lesioni miofasciali (66,7%) e 5 miotendinee (33,3%). Nello specifico, gli US sono riusciti ad individuare con un'abilità significativamente maggiore le lesioni PMF (p=0,05) rispetto alle altre. Gli US hanno un'affidabilità inter-operatore del 75%.</p>
--	--	---	---	---	---

**Tabella VII.** Sintesi degli studi inclusi relativi alla valutazione.

<b>AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE e TITOLO</b>	<b>TIPO DI STUDIO</b>	<b>CAMPIONE (n) e CARATTERISTI CHE</b>	<b>INTERVENTO, NUMERO DI SEDUTE E GRUPPO DI CONTROLLO</b>	<b>MISURE DI OUTCOME</b>	<b>RISULTATI</b>
Kwak et al (2006) "Ruptures of the medial	Prospective Lagged Controlled Trial	N=30 soggetti inclusi nello studio con diagnosi clinica e radiologica (US) di lesione	Gruppo controllo:15 soggetti.	Le immagini degli US analizzano l'accumulo di	I soggetti hanno ripreso a camminare a seguito dell'unione del capo mediale del

<p><b>head of the gastrocnemius (“tennis leg”)</b></p> <p><b>Clinical outcome and compression effect”<sup>25</sup></b></p>		<p>del capo mediale del muscolo gastrocnemio.</p> <p>Di questi, 11 pazienti presentano una rottura parziale della testa del gastrocnemio; 19 pazienti presentano invece una rottura completa. L’età media del campione è di 39 anni (range: 30-45 anni) e sono tutti uomini. La lesione al polpaccio post-traumatica è avvenuta durante un’attività sportiva: 8 durante il tennis e 22 durante un allenamento/partita di calcio.</p>	<p>Hanno tutti seguito il protocollo: ghiaccio, riposo, elevazione della gamba e antiinfiammatori per i primi 1-2 giorni dopo la lesione. Hanno usato stampelle e indossato un manicotto in neoprene per 2-4 settimane. Hanno poi seguito un programma di stretching passivo e attivo per 2 settimane.</p> <p>Gruppo studio: 15 soggetti. Hanno seguito lo stesso protocollo del gruppo controllo con la differenza che nelle prime due settimane non hanno indossato il manicotto di neoprene, ma hanno utilizzato una benda elastica.</p>	<p>fluido e l’unione del capo mediale del gastrocnemio e del soleo.</p> <p>Tempo impiegato per riprendere il cammino senza dolore.</p> <p>Le immagini degli US sono state valutate con un intervallo di 1 settimana nel primo mese di recupero; in seguito con un intervallo di 2 settimane nei successivi 6 mesi.</p>	<p>muscolo gastrocnemio e del muscolo soleo.</p> <p>Questa è stata significativamente più rapida nel gruppo studio rispetto al gruppo controllo (4.25 vs. 3.25 weeks; <math>p=0.02</math>).</p> <p>Dopo un mese, l’accumulo di fluido tra i due muscoli si è ridotto in misura significativamente maggiore nel gruppo studio rispetto al gruppo controllo (8.9 mm vs. 4.5 mm; <math>p=0.01</math>).</p>
<p>Pedret et al. (2015)</p> <p><b>“Return to play after</b></p>	<p>Case series</p>	<p>N= 44 soggetti con lesione acuta al muscolo soleo sono stati inclusi.</p>	<p>Giorni 0-3: crioterapia, elettroterapia e</p>		<p>Dei 44 soggetti inclusi, 32 (72,7%) hanno lesionato la giunzione miotendinea (MT) e</p>

<p><b>soleus muscle injuries</b><sup>741</sup></p>		<p>Sono atleti professionisti che praticano diverse discipline: calcio, tennis, atletica, basket, triathlon e hockey su prato.</p> <p>Criteri di inclusione: età compresa tra 18 e 55 anni, sesso maschile, trauma acuto al polpaccio, MRI entro 1-15 giorni dal trauma, conferma al MRI di edema/retrazione/cicatrice, disponibile per follow-up e RTP.</p> <p>Criteri di esclusione: trauma esterno al polpaccio o DOMS, lesione al soleo &gt; 2 mesi fa, controindicazioni al MRI, non in grado di fare la riabilitazione, non disponibile a ritornare all'attività sportiva e età &gt;50 anni.</p> <p>Follow-up ad 1 anno.</p>	<p>massaggio drenante.</p> <p>Giorni 3-7: esercizi isometrici, stretching attivo cammino/bici.</p> <p>Giorni 7-14: esercizio concentrico e stretching attivo, ellittica/treadmill.</p> <p>Giorni 14-21: esercizio eccentrico ed esercizio sul campo da gioco.</p> <p>Post-riabilitazione: ritorno agli allenamenti e alle partite se i criteri di RTP sono soddisfatti.</p>	<p>12 (27,3%) la giunzione miofasciale (MF). 13 soggetti hanno lesionato l'aspetto mediale della giunzione miotendinea (MTM), 7 soggetti la porzione centrale (MCT), 12 laterale (MTL), 8 la porzione miofasciale anteriore (MFA) e 4 la porzione miofasciale posteriore (MFP). Il tempo medio di ricovero per tutte le lesioni è di <math>29.1 \pm 18.8</math> giorni. Non sono emerse differenze significative tra le lesioni miotendinee e miofasciali sul tempo di recupero. Il sito di lesione con la peggior prognosi è MTC, con un tempo medio di ricovero di <math>44.3 \pm 23.0</math> giorni (<math>p &lt; 0.05</math>). Il sito con la miglior prognosi è invece MTL, con un tempo medio di ricovero di <math>19.2 \pm 13.5</math> giorni (<math>p &lt; 0.05</math>).</p> <p>Analizzando la relazione tra RTP e altri parametri quantitativi è emersa una correlazione significativa con l'età (<math>p &lt; 0,001</math>) e con</p>
--	--	--	---	---

					l'estensione della retrazione ( $p < 0.05$ ), dove all'aumentare di questi parametri aumenta il tempo di assenza.
Borrione et al. (2017) <b>"The use of platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of gastrocnemius strains: a retrospective observational study"</b> <sup>44</sup>	Studio retrospettivo	<p>N= 31 soggetti inclusi nel gruppo studio con età media di <math>42.67 \pm 9.83</math> anni (M: 21; F: 10).</p> <p>N=30 soggetti inclusi nel gruppo controllo con età media di <math>44.85 \pm 6.96</math> anni (M: 23; F: 7).</p> <p>La popolazione inclusa presentava una lesione muscolare di grado II o III localizzata alla giunzione miotendinea distale della componente mediale del muscolo gastrocnemio.</p> <p>La diagnosi di lesione muscolare veniva effettuata con l'aiuto di ultrasuoni.</p> <p>Tra i due gruppi non sono state rilevate differenze significative rispetto all'età, al valore della VAS al trauma e all'ingresso, al periodo trascorso dal trauma all'ingresso e alla dimensione della lesione. Sono stati inclusi soggetti che hanno avuto una lesione muscolare per la prima volta, escludendo i pazienti con recidive.</p>	<p>Gruppo studio: è stato trattato con 3 iniezioni intralesionali di platelet-rich plasma (PRP) ultrasound-guided.</p> <p>La prima iniezione è stata effettuata alla prima visita (<math>8.2 \pm 7.35</math> giorni dopo la lesione), la seconda 1 settimana dopo la prima iniezione e la terza 2 settimane dopo la seconda iniezione. I soggetti hanno seguito, come il gruppo controllo, un programma di esercizi suddiviso in tre fasi la cui progressione veniva influenzata dalla percezione di dolore.</p> <p>Gruppo controllo= solo programma di</p>	<p>Intensità del dolore (VAS)</p> <p>Touch test</p> <p>Lengthening test</p> <p>Tempo necessario per tornare al cammino senza dolore</p> <p>Tempo necessario per tornare all'attività sportiva precedente</p>	<p>È emersa una differenza significativa (<math>p &lt; 0.001</math>) dell'intensità del dolore, a favore del Gruppo Studio, a 3 mesi dalla lesione.</p> <p>È emersa una differenza significativa a favore del Gruppo Studio nel tempo di recupero: i soggetti hanno ripreso il cammino senza dolore e l'attività sportiva precedente in tempi più brevi rispetto al gruppo controllo (<math>p &lt; 0,001</math>).</p> <p>All'analisi con US a tre mesi non sono emerse differenze significative nelle immagini dei due gruppi.</p> <p>Il Gruppo Controllo ha iniziato la terza fase dell'esercizio terapeutico con un ritardo significativo rispetto al Gruppo Studio a causa del dolore (<math>p &lt; 0.001</math>).</p>

			esercizio terapeutico.		
De-La-Cruz-Torres et al. (2020) "Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis in Dancer with Chronic Soleus Injury: a Randomized Clinical Trial" <sup>47</sup>	RCT	N= 30 Ballerini, che si allenano da minimo 5 anni con una frequenza di 4h, 5vv/sett, con una lesione muscolare del m. soleo localizzata nella porzione centrale del tendine. Età compresa tra 16 e 26 anni.	Gruppo 1: esercizio eccentrico basato su stretching-shortening cycle (1 volta al giorno, 4 volte alla settimana, per 4 settimane)  Gruppo 2: US-guided Percutaneous Needle Electrolysis (2 sessioni)  Gruppo 3: esercizio eccentrico + US-guided PNE	Intensità del dolore (NRS)  ROM in dorsiflessione di caviglia (WBLT)  Endurance (Unilateral Stance Heel Rise)  Fatigue (Heel Rise Test)  Stato di salute e severità dei sintomi nei ballerini con lesione (Dance Functional Outcome Survey – DFOS)	Differenze significative (p<0.05) sono state riscontrate nella NRS pre e post trattamento e tra i gruppi di intervento (con una diminuzione dei valori nel gruppo PNE rispetto al gruppo esercizio eccentrico).  Differenze significative (p<0.05) sono state riscontrate in NRS, DROM, Heel Rise Test e DFOS in tutti i gruppi pre e post trattamento. Nessuna differenza significativa (p>0,05) invece tra i gruppi di intervento.
Ishoi et al. (2020) "Diagnosis, prevention and treatment of common lower extremity muscle injuries in sport-grading the evidence: a statement paper commissioned by the Danish Society of	RS	Rispetto alla ricerca condotta sulle lesioni al polpaccio sono stati inclusi: N=0 studi sulla diagnosi; N=1 studio sulla prevenzione (studio di coorte prospettico); N=3 studi sul trattamento (2 case series e 1 retrospettivo osservazionale); per un totale di 825 soggetti. La ricerca è stata condotta da luglio 2018 a settembre 2019.	Scopo: riassumere e valutare le evidenze in letteratura su diagnosi, prevenzione e trattamento delle lesioni sportive nei muscoli più coinvolti nell'arto inferiore: hamstring, adduttori, quadricipite, polpaccio.	Nonostante le lesioni al polpaccio siano eventi piuttosto diffusi nel calcio, la letteratura dispone di pochi studi relativi alla diagnosi, prevenzione e trattamento di questo distretto.  Rispetto al trattamento multimodale sono stati identificati studi di bassa qualità che suggeriscono: trattamento passivo, allungamento	

<b>Sports Physical Therapy (DSSF)<sup>46</sup></b>		<p>Criteri di esclusione: studi che riportano problematiche non acute, lesioni totali muscolari, avulsioni o contusioni.</p> <p>Criteri di inclusione: lingua inglese.</p>		<p>muscolare e rinforzo del distretto. Un altro studio evidenzia invece come il platelet-rich plasma aggiunto alla riabilitazione mostra un effetto significativo, rispetto alla sola riabilitazione, sul ritorno in campo precoce (livello di evidenza molto basso).</p>
--	--	--	--	---

**Tabella VIII.** Sintesi degli studi inclusi relativi al trattamento.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE e TITOLO	TIPO DI STUDIO	SCOPO	RISULTATI
Spina et al. (2007) <b>“The plantaris muscle: anatomy, injury, imaging and treatment”<sup>26</sup></b>	Review	Discutere la valutazione clinica, l’indagine strumentale e il trattamento di una lesione del muscolo plantare.	<p>È stato stabilito, attraverso l’uso di MRI, US ed esplorazioni chirurgiche, che le lesioni al muscolo plantare possono avvenire in modo isolato; oppure si possono presentare in associazione ad una lesione del muscolo gastrocnemio, del muscolo soleo e dell’ACL. Per valutare un paziente con una diagnosi clinica di dolore al polpaccio non specifico le indagini strumentali più impiegate sono MRI e US. La letteratura è povera di studi relativi al trattamento dei muscoli lesionati.</p> <p>Nella fase acuta bisognerebbe prevenire ulteriori danni, controllare la cascata infiammatoria e limitare il dolore per favorire la mobilizzazione precoce. È consigliato utilizzare il protocollo RICE. Dopo 3-5 giorni è consigliato iniziare una graduale mobilizzazione passiva, attiva e resistita. Il trattamento chirurgico (fasciotomia) è indicato in presenza di una sindrome compartimentale.</p>
Dixon et al. (2009) <b>“Gastrocnemius vs. soleus strain: how to differentiate and</b>	Review	Fare una diagnosi differenziale di lesione al muscolo gastrocnemio e soleo con esame clinico e imaging; in seguito,	<p>Per localizzare una lesione all’esame clinico è necessario utilizzare test di palpazione, forza e allungamento.</p> <p>Entrambi i muscoli, soleo e gastrocnemio, generano forza in flessione plantare sebbene il soleo sia il massimo erogatore di forza a ginocchio flesso, mentre il gastrocnemio a ginocchio esteso. Lo stesso discorso vale per la valutazione</p>

<p><b>deal with calf muscle injuries</b><sup>23</sup></p>		<p>proporre un programma di trattamento.</p>	<p>dell'allungamento muscolare passivo. Il Thompson test serve per escludere una rottura completa del tendine d'Achille. Per le indagini strumentali le tecniche di imaging più impiegate sono MRI e US.</p> <p>In fase acuta la gestione di queste lesioni prevede nei primi 3-5 giorni: riposo, crioterapia, compressione, elevazione. Progredendo verso un trattamento più attivo si potrebbero impiegare tecniche di allungamento e di rinforzo differenziando i muscoli coinvolti con la differente posizione del ginocchio. Il consulto chirurgico è consigliato in caso di lesione di grado III o per dolore persistente (4-6 mesi) con contrattura.</p>
<p>Campbell (2009) <b>"Posterior Calf Injury"</b><sup>16</sup></p>	<p>Review</p>	<p>Analizzare nello specifico le lesioni muscolari al polpaccio (gastrocnemio, soleo, plantare e flessore lungo dell'alluce) così da saperle differenziare, diagnosticare e trattare correttamente.</p>	<p>Le lesioni muscolari del gastrocnemio accadono solitamente durante una contrazione eccentrica con il ginocchio esteso e la caviglia dorsiflessa passivamente. Possono avvenire anche durante un warm-up oppure al termine di un allenamento quando subentra fatica e deficit di coordinazione muscolare.</p> <p>Una ridotta flessibilità sembra predisporre alle lesioni muscolari. Con "tennis leg" si fa uno specifico riferimento alle lesioni a livello del capo mediale del muscolo gastrocnemio. Le lesioni al gastrocnemio accadono spesso in sport come tennis, corsa, basket, calcio e sci. A seguito del trauma il paziente potrebbe riferire dolore, crampi, debolezza muscolare, ecchimosi, gonfiore e difficoltà nella deambulazione. A seconda della gravità della lesione può essere palpata un'interruzione della continuità del muscolo. Il paziente può percepire dolore con un allungamento passivo del polpaccio o con una flessione plantare resistita. Ultrasuoni e MRI possono essere di supporto alla diagnosi. La prognosi è solitamente benigna. Nelle fasi iniziali si consiglia riposo, ghiaccio, compressione ed elevazione (RICE). La riabilitazione poi dovrebbe proseguire con stretching, recupero della forza, heel raises, training propriocettivo ed esercizi a CKC. Il recupero delle attività come corsa e salto senza dolore può richiedere 3 o 4 mesi. Raramente si fa ricorso all'intervento chirurgico.</p> <p>Le lesioni del muscolo plantare accadono generalmente con un meccanismo lesionale simile a quello del muscolo gastrocnemio. Al contrario, le lesioni del muscolo soleo accadono a ginocchio flesso e a caviglia dorsiflessa. Queste lesioni avvengono frequentemente durante la corsa o negli allenamenti/partite di pallavolo. I pazienti con una lesione del</p>

			<p>muscolo plantare o del soleo generalmente riferiscono dolore, gonfiore ed ecchimosi nella fase acuta (meno evidenti rispetto ad una lesione del muscolo gastrocnemio). Anche qui US e MRI aiutano nella diagnosi. In questi casi il trattamento conservativo è il più indicato. In fase iniziale si applica il protocollo RICE a cui seguiranno stretching, esercizi di forza ed esercizi di equilibrio. Raramente si fa ricorso ad intervento chirurgico. La prognosi è generalmente buona.</p>
Fields et al. (2016) <b>“Muscular Calf Injuries in Runners”<sup>22</sup></b>	Review	Analizzare la presentazione, la valutazione e il trattamento delle lesioni muscolari di soleo e gastrocnemio.	<p>La popolazione più soggetta a questo tipo di lesioni sono gli uomini con una scarsa condizione fisica alla quarta-sesta decade d’età. Circa il 20% dei soggetti riferisce di avere una sensazione di debolezza al polpaccio prima di incorrere nella lesione vera e propria. Sono coinvolte più frequentemente: il capo mediale del gastrocnemio (dal 58% al 65%), il capo laterale del gastrocnemio (8% a 38%) e il soleo (dal 58% al 66%). Le lesioni del muscolo plantare sono più rare (circa 1.4%).</p> <p>Il meccanismo traumatico di queste lesioni può essere acuto o per overuse. Solitamente le lesioni al gastrocnemio avvengono in modo acuto a seguito di salti o corsa veloce. Nei runners, nello specifico, avvengono principalmente durante: allenamenti con intervalli veloci, corsa o corsa ad alta velocità.</p> <p>Le lesioni al muscolo soleo, al contrario, avvengono per overtraining o fatica.</p> <p>Le lesioni leggere si presentano con dolore alla palpazione e ai test resistiti; quelle più severe si manifestano anche con gonfiore e difetto visibile.</p> <p>Le lesioni al muscolo gastrocnemio si generano a seguito di una contrazione eccentrica con ginocchio esteso e caviglia dorsiflessa passivamente. Gli atleti riferiscono una lesione improvvisa o un pop con dolore acuto. Le lesioni del muscolo soleo invece avvengono tipicamente per overuse con una flessione dorsale di caviglia ripetuta a ginocchio flesso (es. corsa in salita). Hanno un esordio lento ed insidioso. Possono però presentarsi anche lesioni acute come in runners affaticati, corsa in salita o alla fine di una lunga corsa.</p> <p>Le lesioni al muscolo plantare sono le meno comuni ed hanno un meccanismo lesionale simile a quello del muscolo gastrocnemio; l’atleta può percepire un pop sound alla rottura.</p> <p>A seconda del grado di lesione il RTP può avvenire in poche settimane o in 3/4 mesi. Il trattamento inizialmente prevede:</p>

			<p>riposo, ghiaccio, compressione ed elevazione. Anche i plantari possono dare sollievo dal dolore. Vengono poi proposti calf raises eccentrici su step o calf raises concentrici con resistenza progressiva. Prima di reinserirlo alla corsa è necessario che il paziente sia in grado di: camminare senza dolore e fare 15 calf raises con il minimo dolore; può essere inoltre aiutato da plantari o tutori compressivi.</p> <p>Quando il paziente è in grado di fare 3 set di 15 leg heel raises con ginocchia estese e piegate senza dolore e di correre per 30 minuti senza dolore, allora può tornare agli allenamenti.</p>
<p>Bright et al. (2017)</p> <p><b>“Ultrasound Diagnosis of Calf Injuries”<sup>24</sup></b></p>	<p>Review</p>	<p>Analizzare gli articoli presenti in letteratura rispetto all’utilizzo degli ultrasuoni per individuare le lesioni al polpaccio.</p>	<p>La ricerca è stata condotta sui database Pubmed, Ovid e MD Consult usando i termini “soleus ultrasound”, “gastrocnemius ultrasound”, and “tennis leg”. Il tennis leg accade solitamente durante uno sprint rapido o un salto dove la caviglia passa da una plantiflessione ad una dorsiflessione con il ginocchio esteso/iperesteso. La popolazione più coinvolta è quella maschile (IV o VI decade d’età) in condizioni fisiche non ottimali, ma anche negli atleti con ottima preparazione fisica.</p> <p>In circa 2/3 delle lesioni al polpaccio si vede come il danno coinvolga la giunzione della fascia tra il capo mediale del gastrocnemio e il soleo. I danni al muscolo gastrocnemio possono riguardare: la sua porzione prossimale, il ventre stesso, l’aponeurosi delle due origini, la fascia di congiunzione con il soleo. Nella diagnosi differenziale è necessario escludere: rottura del tendine d’Achille, entrapment dell’arteria poplitea, la sindrome del soleo, sindrome compartimentale acuta o cronica, lesioni muscolari del compartimento muscolare profondo o trombose venosa profonda.</p> <p>Il meccanismo lesionale del muscolo soleo e del gastrocnemio differisce principalmente dalla posizione del ginocchio. Le lesioni del muscolo soleo avvengono tendenzialmente a ginocchio flesso e con la caviglia in dorsiflessione passiva (corsa in salita). Solitamente le lesioni del gastrocnemio sono traumi acuti, mentre quelle del soleo avvengono per overuse.</p> <p>Il dolore è elicitato con un allungamento passivo delle fibre muscolari. Una lesione del muscolo plantare può mimare una rottura del muscolo gastrocnemio. Questo può lesionarsi prossimalmente e a metà del suo ventre, dando comunque sintomi non severi. Per diagnosticarla può essere utile la MRI.</p>

**Tabella IX.** Sintesi delle review incluse.

### **3.3 ANALISI DEI RISULTATI DEGLI STUDI INCLUSI**

L'importanza delle lesioni muscolari e le difficoltà che ne riflettono nel mondo sportivo professionistico fanno delle "lesioni muscolari al polpaccio" un argomento fondamentale. Tuttavia, questo tema risulta poco studiato e poco rappresentato in letteratura. Questa situazione sembrerebbe essere giustificata dal fatto che, nonostante i muscoli del polpaccio siano uno dei 4 gruppi muscolari più soggetti a lesione, vengono coinvolti in percentuale minore rispetto ad altri gruppi. Come sottolinea lo studio di Ekstrand del 2011 infatti nel calcio si osserva un'incidenza delle lesioni muscolari agli hamstring del 37%, mentre ai muscoli del polpaccio solo del 13%.

Per rispondere al quesito di ricerca sono stati esaminati il maggior numero di articoli presenti in letteratura e selezionati quelli più pertinenti agli obiettivi dello studio. La seguente revisione ha preso in considerazione 23 articoli scientifici, selezionati dai 1258 iniziali, ottenuti rispettando il protocollo di ricerca.

Nello specifico sono stati inclusi:

- 1 revisione sistematica;
- 1 RCT e 1 Prospective Controlled Trial;
- 12 studi retrospettivi o prospettici;
- 2 studi epidemiologici descrittivi;
- 5 review;
- 1 case series.

Per rendere più chiara e completa la revisione sono stati analizzati nello specifico 4 macroargomenti rispetto alle lesioni muscolari del polpaccio. Questi riguardano nello specifico l'epidemiologia, il meccanismo lesionale, la valutazione clinica e il trattamento.

#### **3.3.1 EPIDEMIOLOGIA**

Tra gli studi inclusi nella revisione 11 su 23 hanno indagato nello specifico l'epidemiologia delle lesioni muscolari al polpaccio. Di seguito vengono analizzati gli studi, con i relativi risultati, uno per volta.

**Ekstrand et al. (2011):** questo studio prospettico raccoglie un vasto numero di soggetti. Ha incluso un totale di 2299 giocatori di calcio delle squadre: UEFA Champions League (UCL), Swedish First League (SWE) e altre che si allenano sull'erba artificiale (ART). Lo studio è stato condotto dal 2001 al 2009, durante il quale uno staff medico registrava l'esposizione dei giocatori e il tempo di recupero a seguito di una lesione. Le lesioni sono state categorizzate secondo 4 gradi di severità basati sui giorni di assenza: minima (1-3 giorni), media (4-7 giorni), moderata (8-28 giorni) e severa (> 28 giorni). Sono state incluse nell'analisi le lesioni strutturali-meccaniche e le lesioni funzionali; contusioni, ematomi, rotture tendinee e tendinopatie sono state esclusi. Si sono verificate un totale di 2908 lesioni muscolari dove il 53% si è verificato durante la partita mentre il 47% durante l'allenamento. In media un giocatore va incontro a 0.6 lesioni muscolari per stagione. L'incidenza delle lesioni muscolari è in media di 2.48/1000 ore di esposizione risultando 6 volte più frequente durante la partita rispetto all'allenamento (8.70 vs 1.37/1000 ore,  $p < 0.001$ ). Nello specifico le lesioni muscolari del polpaccio hanno un'incidenza media di 0.31/1000 ore di esposizione di cui 0.18/1000 ore durante l'allenamento e 1.04/1000 ore durante la partita. Rispetto alle lesioni al polpaccio si è visto come quelle di grado moderato (48%) risultassero più frequenti di quelle di grado minimo (14%), medio (25%) o grave (13%). Una distribuzione simile, in termini di gravità, è stata riscontrata anche negli altri gruppi muscolari. Il 51% delle lesioni muscolari al polpaccio coinvolge l'arto dominante. Il 28% delle lesioni muscolari al polpaccio avviene per overuse, mentre nella maggior parte delle situazioni il trauma avviene in maniera acuta (nel 95% dei casi in assenza di contatto). Rispetto ai 90 minuti della partita le lesioni al polpaccio si verificano più frequentemente negli ultimi 15 minuti ( $p < 0.05$  rispetto a 0-15, 15-30, 30-45 e 60-75 minuti). L'incidenza delle lesioni muscolari al polpaccio aumenta con l'età, con 0.32/1000 ore nei giovanissimi, 1.07 nel gruppo di età media ( $p < 0.001$  vs. giovanissimi) e 1.89 per giocatori più anziani ( $p < 0.001$  vs. giocatori di media età e  $p = 0.007$  rispetto ai giovanissimi). Il 13% delle lesioni al polpaccio sono recidive. Queste comportano in generale un tempo di assenza più lungo delle lesioni primarie. Il tempo medio di assenza di una lesione al polpaccio è di  $14.7 \pm 14.4$  giorni.

**Balius et al. (2012):** lo scopo di questo studio è quello di descrivere l'anatomia del muscolo soleo tramite la MRI. Lo studio può essere diviso in tre parti dove nella prima analisi vengono studiate 11 gambe di cadaveri (6 uomini e 5 donne di età media 71 anni; range 58-92 anni) tramite la MRI. Dopo aver rilevato le immagini, 6 di questi sono stati dissezionati e studiati istologicamente, mentre 5 sono stati tagliati in sezioni assiali (dopo essere stati congelati). Questa analisi ha evidenziato la presenza di due aponeurosi prossimali del soleo (una mediale e una laterale) e di un lungo tendine

centrale distale che va a poi a confluire, con i tendini del gastrocnemio, nel tendine d'Achille. Nella seconda parte dello studio sono state studiate le MRI di 20 volontari sani (senza storia di lesioni al polpaccio precedenti) che hanno prestato entrambi gli arti inferiori per lo studio. Da questa analisi sono emerse delle differenze significative nella lunghezza del tendine centrale nel lato destro rispetto al sinistro (rispettivamente: 31.35 cm vs. 30.36 cm;  $p=0.002$ ). È stata evidenziata anche una differenza significativa tra la lunghezza dell'inserzione del tendine centrale distale nel tendine d'Achille di destra rispetto a quello di sinistra (rispettivamente: 7.19 cm vs. 7.94 cm;  $p=0.02$ ). Infine, nell'ultima sezione dello studio, viene riportata un'analisi retrospettiva di 55 casi di lesione al polpaccio diagnosticata tra il 2006 e il 2011 con MRI e rivalutati successivamente. Il campione dello studio è costituito da 20 calciatori (professionisti) e 35 runner (professionisti e amatori) con un'età media di 33.6 anni (range 24-50 anni). Questa ultima parte ha identificato 5 siti tipici di lesione del muscolo soleo: giunzione muscolotendinea prossimale mediale (25.5%), giunzione muscolotendinea prossimale laterale (12.7%), giunzione muscolotendinea centrale distale (18.2%), miofasciale anteriore (21.8%) e miofasciale posteriore (21.8%). Le lesioni della giunzione muscolotendinea mediale prossimale sono le lesioni più comuni nel muscolo soleo, comprendendo il 56.4% di tutti i casi.

**Pollock et al. (2016):** questo studio ha analizzato nel dettaglio l'incidenza, la natura e gli outcome delle lesioni del muscolo plantare nei professionisti di atletica leggera inglesi. Sono stati inclusi in questo studio retrospettivo 214 atleti professionisti (85 sprinters, 40 jumpers, 9 multi-eventers, 57 atleti di endurance e 23 lanciatori) seguiti da uno staff medico dal 2009 al 2013. La popolazione includeva 95 donne ( $24 \pm 5.5$  anni) e 119 uomini ( $23 \pm 4.4$  anni). Una lesione del muscolo plantare veniva inclusa a seguito di una conferma alla valutazione clinica e alla valutazione radiologica (US o MRI) o nei ritrovamenti chirurgici. Nella valutazione clinica si ricercava limitazione della funzione a causa del dolore presente lungo il bordo mediale del tendine d'Achille. Sono state registrate tre diagnosi di lesione del muscolo plantare: rottura completa, rottura parziale e tendinopatia plantare/sindrome da frizione plantare. Durante questo studio si sono verificate 33 nuove lesioni al muscolo plantare avvenute in 30 atleti (tre dei quali bilateralmente). Ne risulta dunque che l'incidenza annuale per una lesione del muscolo plantare è di 3.9-9.3%. L'incidenza per il trattamento chirurgico è del 51.5%. Delle 33 lesioni, 19 si sono verificate negli sprinters e 10 negli atleti d'endurance. Nel gruppo degli sprinters c'è stata una prevalenza di lesioni significativamente più alta nel lato destro rispetto al sinistro ( $p<0.05$ ). Ci sono state 4 lesioni complete che hanno impiegato 8 settimane ( $6 \pm 2$  settimane) per il RTP. Si sono verificate 4 lesioni parziali di cui 2 trattate conservativamente

(rientrate alla partecipazione dopo 8 settimane) e 2 trattate chirurgicamente (rientrate alla partecipazione dopo 6 settimane). I restanti 25 casi erano tendinopatie di cui 21 sono rientrati allo sport in meno di 4 settimane, gli altri 4 hanno avuto sintomi per più di 1 anno. Il 74% di questi atleti presentava anche una tendinopatia del tendine d'Achille e la prevalenza era significativamente maggiore negli atleti con un'età media maggiore ( $22.1 \pm 3.9$  anni vs.  $26.4 \pm 4.0$  anni) ( $p < 0.05$ ). 17 tendini del muscolo plantare sono stati rimossi chirurgicamente in 13 atleti (4 bilateralmente). Le indicazioni per la chirurgia erano: tendinopatia plantare con associata tendinopatia achillea (16 casi) e rottura parziale del plantare (1 caso). 12 su 13 atleti sono tornati al livello di attività precedente (1 stava ancora facendo la riabilitazione), ma solo 9 su 13 hanno ripreso i livelli di performance precedenti (tempo e distanza). A seguito della chirurgia il RTS avviene dopo circa  $2.6 \pm 1.5$  mesi.

**Werner et al. (2017):** questo studio analizza nel dettaglio l'incidenza, le caratteristiche della MRI e il tempo di RTP delle lesioni del complesso muscolare gastrocnemio-soleo di una singola squadra di National Football League (NFL) dal 2003 al 2015. I criteri di inclusione erano: giocatori con una lesione del polpaccio acuta, che hanno perso almeno 1 allenamento o una partita, lesione diagnosticata clinicamente (palpazione, valutazione di forza e allungamento) e confermata poi radiologicamente con MRI se disponibile. Le lesioni del tendine d'Achille sono state escluse. Sono state incluse 27 lesioni muscolari al polpaccio in 24 giocatori della NFL, registrando un'incidenza di 2.3 lesioni acute al polpaccio per anno. L'età media dei giocatori era di 27.2 anni (range: 22-35 anni). Il 67% delle lesioni si sono verificate nei difensori, mentre solo il 25% negli attaccanti evidenziando una differenza significativa ( $p = 0.043$ ). Delle 27 lesioni incluse, 20 erano lesioni isolate del gastrocnemio (74%), 4 lesioni isolate del soleo (15%) e 3 lesioni riguardavano entrambi (11%). Il tempo medio di RTP è stato di  $17.4 \pm 14.6$  giorni (con un range di 3-62 giorni). Tre giocatori sono stati trattati chirurgicamente. Erano disponibili solo 14 MRI su 27 e le informazioni estrapolate evidenziavano come la maggior parte dei giocatori presentasse una lesione della fascia (86%) solitamente localizzata in profondità tra i muscoli soleo e gastrocnemio. I giocatori che hanno avuto un tempo di RTP maggiore di 2 settimane presentavano una lesione della fascia maggiore della media ( $p = 0.032$ ) e una più frequente presenza di fluido (0.031) rispetto ai giocatori che hanno avuto un tempo di RTP minore di 2 settimane.

**Ekstrand et al. (2019):** questo studio ha analizzato la durata dei giorni di assenza nel calcio d'élite a seguito delle 31 diagnosi più comuni di lesione. I dati sono stati raccolti studiando squadre di calcio di alto livello provenienti dall'Union of European Football Association, da altre squadre europee che

giocano su erba artificiale e dalla prima divisione inglese, svedese, danese e norvegese. Sono state dunque incluse 116 squadre dal 2001 al 2017. Durante questo periodo sono state registrate 22 942 lesioni di cui 19 926 lesioni primarie e 3 016 recidive. Per lesione si intendeva “qualsiasi disturbo fisico avvenuto durante un allenamento o una partita che ha portato il giocatore ad assentarsi agli allenamenti e partite seguenti”. Per recidiva invece intendevano “lesione dello stesso tipo e localizzata nello stesso punto della precedente”. I risultati emersi da questo studio mostrano come i giorni medi di assenza di una lesione muscolare al polpaccio primaria di natura funzionale è di 5.6 giorni (lesione media: assenza media < 7 giorni), di natura strutturale di 17.4 giorni (lesione moderata: assenza media 8-28 giorni). Il tasso di recidiva delle lesioni funzionali al polpaccio è del 15.3%, di quelle strutturali del 14.4%. I giorni medi di assenza di una recidiva di una lesione muscolare al polpaccio di tipo funzionale è di 7.3 giorni, di tipo strutturale di 20.8 giorni. È stata evidenziata dunque una differenza significativa ( $p=0.047$ ) tra i giorni di assenza di una lesione muscolare al polpaccio (strutturale) primaria vs. recidiva. La differenza non risulta invece significativa al confronto fra le lesioni di tipo funzionale ( $p=0.304$ ).

**Hultman et al. (2020):** questo studio ha analizzato l'epidemiologia delle lesioni al muscolo gastrocnemio nei giocatori di baseball professionisti. Sono stati raccolti dati della Major League Baseball (MLB) (età media di 30.1 anni) e della Minor League Baseball (MiLB) (età media di 23.9 anni;  $p<0.001$  rispetto all'età media della MLB) durante le stagioni dal 2011 al 2016. Sono state incluse lesioni che causavano un periodo di assenza dalla attività sportiva. Si sono verificate un totale di 416 lesioni che hanno portato i giocatori ad assentarsi in media 11.6 giorni. Il 36.1% delle lesioni si sono verificate durante la corsa, il 23.6% durante la difesa e il 13.2% durante il condizionamento. Rispetto all'attività, l'incidenza di lesioni per anno è del 24.2/y per la corsa, 15.8/y per la difesa, 8.8/y per il condizionamento, 7.5/y per il lancio d'inizio, 3.3/y per la battuta e 1.3/y per il lancio. Il 50.3% delle lesioni durante la corsa alla base si sono verificate nel raggiungimento della prima base. Nei giocatori MLB le lesioni al gastrocnemio si sono verificate con una maggior frequenza nella difesa interna (48.3%), seguiti dai lanciatori (27.6%) e poi dalla difesa esterna (17.9%). Nei MiLB queste percentuali sono più distribuite, rispettivamente 33.5%, 28.8% e 30.7%.

**Green et al. (2020):** questo studio raccoglie dati epidemiologici rispetto alla prevalenza delle lesioni muscolari al polpaccio nei giocatori di football australiani professionisti. Sono stati analizzati i dati di 16 clubs dal 2014 al 2017. Sono stati dunque raccolti i dati di 149 giocatori con un'età media di 25 anni (range: 18-33 anni). Sono state incluse 184 lesioni muscolari, di cui 149 lesioni primarie

(“prima lesione che il paziente riporta in quel determinato punto”) e 35 recidive (“lesione che si presenta nello stesso punto della prima lesione e che si verifica prima o dopo il RTP”). Si è verificata una maggior prevalenza delle lesioni al muscolo soleo (84.6%) rispetto al gastrocnemio, anche le recidive coinvolgevano prevalentemente il muscolo soleo (91.4%). In media il tempo di RTP delle lesioni al muscolo soleo richiedono  $25.4 \pm 16.2$  giorni, mentre per il gastrocnemio servono in media  $19.1 \pm 14.1$  giorni ( $p=0.097$ ). Rispetto alle lesioni primarie, le recidive coinvolgono i giocatori più anziani ( $p=0.03$ ) e richiedono un tempo significativamente maggiore per correre al 90% della velocità massima, al ritorno al pieno allenamento e al ritorno in campo ( $p \leq 0.001$ ). La maggior parte delle recidive si manifestano entro due mesi dalla lesione primaria (54.3%).

**Pedret et al. (2020):** lo scopo di questo studio è quello di identificare le lesioni più frequenti del capo mediale del gastrocnemio, rilevate agli US, in una popolazione di atleti e di lavoratori. Gli autori vogliono infatti proporre una classificazione delle lesioni in questo distretto e valutare se questa potrebbe avere un valore prognostico. Sono stati identificati 5 differenti siti lesionali. Il Tipo 1 comprende le lesioni mioaponeurotiche; queste si sono verificate nel 14.1% degli atleti e nel 29.4% dei lavoratori. Solo in 1 caso (lavoratore) c’era associato un ematoma e il movimento asincrono tra soleo e gastrocnemio. Nelle lesioni di Tipo 2 ci sono le lesioni della GA (divise in tipo 2A se coinvolgono < 50% delle fibre e in tipo 2B se coinvolgono > 50% delle fibre); queste si sono verificate nel 40.6% degli atleti e nel 54.9% dei lavoratori. In questo caso tutti gli atleti e più della metà dei lavoratori presentavano ematoma intermuscolare, nelle lesioni di tipo 2A la sincronia muscolare era preservata mentre nelle lesioni di tipo 2B c’era asincronia durante la dorsiflessione e la plantiflessione. Le lesioni di Tipo 3 coinvolgono FGA; si sono verificate nel 20.3% degli atleti e nel 2% dei lavoratori. Nessun soggetto con questo genere di lesione ha presentato ematoma e in una minima parte è stata rilevata asincronia muscolare (2 atleti su 13 e 1 lavoratore su 1). Le lesioni di Tipo 4 hanno colpito il 25% degli atleti e il 13.7% dei lavoratori e comprendono le lesioni del GA e del FGA. Tutti i soggetti coinvolti hanno presentato ematoma e quasi la totalità aveva asincronia muscolare (15 atleti su 16 e 6 lavoratori su 7). Da questa analisi retrospettiva è emerso che tutti i partecipanti dello studio sono rientrati alla propria attività sportiva o occupazionale ai livelli precedenti alla lesione. Il tempo di RTP e di RTW è stato in media rispettivamente di  $39 \pm 18$  giorni e  $41 \pm 29$  giorni. Comparando ogni tipo di lesione con i valori medi di RTP/RTW è emersa una chiara relazione statisticamente significativa dove all’aumentare del grado lesionale aumenta il tempo di RTP/RTW ( $p<0.001$  per ogni gruppo). Le lesioni di Tipo 4 hanno quindi il RTP/RTW più lungo. Anche

la presenza di ematoma intermuscolare e di asincronia nel movimento è correlata ad una prognosi peggiore.

**Campbell et al. (2009):** in questa review l'autore cerca di fornire un quadro generale rispetto alle informazioni presenti in letteratura relativamente alle lesioni muscolari al polpaccio. Da questo studio emerge che le lesioni del muscolo gastrocnemio accadono frequentemente nei pazienti di mezza età dove probabilmente i cambiamenti fisiologici del tessuto o una ridotta flessibilità possono predisporre a questi eventi. Lesioni al gastrocnemio possono accadere però anche in giovani atleti dove gli sport più coinvolti sembrerebbero essere: tennis, running, basketball, calcio e sci. Le lesioni al muscolo soleo e plantare sembrano essere invece meno comuni; solitamente vengono descritte durante la corsa e la pallavolo.

**Field et al. (2016):** in questo studio vengono esaminate le lesioni muscolari al polpaccio nei runners. Secondo l'autore la popolazione con il rischio più alto di lesione sono gli uomini alla IV-VI decade di vita, decondizionati, che praticano attività ricreative. Circa il 20% dei pazienti riporta sintomi prodromici prima delle lesioni al polpaccio. Tra i runner, gli atleti master (oltre i 35 anni) hanno un rischio più alto di lesionarsi il polpaccio, mentre gli atleti più giovani sono più a rischio di sviluppare tendinopatie al tendine d'Achille. Il distretto maggiormente coinvolto nelle lesioni al polpaccio è il capo mediale del gastrocnemio (58%-65% dei casi), a cui segue il capo laterale del gastrocnemio (8%-38% dei casi) e il muscolo soleo (58-66% dei casi).

**Bright et al. (2017):** da questa review emerge che 2/3 delle lesioni al polpaccio accadono nella giunzione della fascia tra il capo mediale prossimale del gastrocnemio e il muscolo soleo. Solitamente le lesioni del muscolo gastrocnemio si verificano in atleti uomini decondizionati tra i 40 e i 60 anni; ma anche in giovani atleti durante movimenti improvvisi degli arti inferiori. Le lesioni si possono presentare in maniera isolata al gastrocnemio o al muscolo soleo oppure possono riguardare entrambi i compartimenti. Il muscolo plantare solitamente si lesiona nella porzione prossimale e si può presentare anche in maniera isolata.

### 3.3.2 MECCANISMO LESIONALE

Tra gli studi inclusi nella revisione 6 su 23 hanno indagato nello specifico il meccanismo lesionale delle lesioni muscolari al polpaccio. Di seguito vengono analizzati gli studi, con i relativi risultati, uno per volta.

**Green et al. (2020):** questo studio, già descritto precedentemente rispetto ai dati epidemiologici, ha analizzato anche il meccanismo lesionale che riguarda i giocatori australiani professionisti di football rispetto alle lesioni muscolari al polpaccio. È emerso che circa la metà delle lesioni al polpaccio non è collegata ad un episodio traumatico (insorgenza graduale: 28.8%, aspecifico: 17.1%). Questa situazione si manifesta più comunemente nel muscolo soleo (dove le lesioni avvengono principalmente con una insorgenza graduale o aspecifica) rispetto a gastrocnemio. Nelle altre situazioni dove invece c'è stato un meccanismo lesionale, i meccanismi più comuni sono stati: accelerazione (15.1%), corsa costante (13.7%). Nelle recidive, il 60% delle lesioni si è presentato durante un'attività di corsa mentre il 23.2% si è presentato con un'insorgenza graduale. Sia il muscolo soleo che il gastrocnemio si lesionano comunemente durante le attività legate alla corsa come accelerazione, corsa ad alta intensità, corsa costante, decelerazione, rapido cambio di direzione (soleo = 46.8%, gastrocnemio = 52.9%). Solitamente la corsa costante porta più frequentemente ad una lesione del muscolo soleo, mentre la corsa ad alta intensità a quella del muscolo gastrocnemio. Le lesioni al polpaccio insorte durante le attività legate alla corsa richiedono in media  $33.4 \pm 21.6$  giorni per il RTP, mentre le attività non legate alla corsa (insorgenza graduale, aspecifica, calcio, salto, atterraggio, altro) hanno un tempo di recupero significativamente più breve ( $p=0.001$ ) richiedendo in media  $21.3 \pm 15.1$  giorni per il RTP.

**Kwak et al. (2006):** in questo studio vengono analizzate le immagini agli US delle lesioni al capo mediale del gastrocnemio ("Tennis Leg"). Lo studio viene ampiamente descritto nella sezione della "Valutazione Clinica" sebbene riporta comunque informazioni interessanti sul meccanismo lesionale. Secondo l'autore infatti le "Tennis Leg" accadono tipicamente durante una flessione dorsale del piede e una simultanea estensione del ginocchio; questo implica che nello stesso istante avvenga una contrazione attiva e un allungamento passivo del gastrocnemio.

**Spina et al. (2007):** in questa review si discute sulle evidenze presenti in letteratura rispetto alla diagnosi, all'imaging e al trattamento del muscolo plantare. L'autore afferma che una "Tennis Leg" abbia diverse cause tra cui la lesione del muscolo plantare, del capo mediale del gastrocnemio, del

muscolo soleo o di una loro combinazione. Il danno avviene solitamente durante la corsa o il salto, caricando in maniera eccentrica il distretto con il ginocchio in posizione estesa. Spesso il meccanismo di lesione avviene in maniera indiretta sebbene al soggetto potrebbe sembrare di essere stato colpito da qualcosa.

**Campbell et al. (2009):** in questa review è possibile raccogliere anche informazioni rispetto al meccanismo lesionale del muscolo gastrocnemio e soleo. Una lesione del muscolo gastrocnemio sembra essere causata da un allungamento del muscolo durante una contrazione eccentrica. Questo accade quando la caviglia è posta in flessione dorsale con il ginocchio esteso. Le lesioni di questo distretto possono avvenire durante il warm-up o quando subentra la fatica muscolare (con impairment di coordinazione). Il meccanismo lesionale del muscolo plantare è molto simile a quello del gastrocnemio, nel muscolo soleo invece avviene con la caviglia in dorsiflessione e il ginocchio flesso.

**Fields et al. (2016):** in questa review vengono riportate informazioni riguardo ai meccanismi traumatici che determinano una lesione del polpaccio nei runners. Nello specifico, una lesione del muscolo gastrocnemio si verifica a caviglia flessa e ginocchio esteso. Spesso l'atleta riferisce di aver percepito una rapida lesione o pop con dolore acuto; una lesione severa può presentarsi clinicamente con un avvallamento palpabile. Le lesioni del muscolo soleo sono tipicamente dovute ad un meccanismo da overuse a seguito di una dorsiflessione ripetitiva della caviglia con il ginocchio flesso (ad esempio durante la corsa in salita); il paziente dunque potrebbe riferire un'insorgenza lenta e insidiosa. Possono però presentarsi anche lesioni acute che avvengano in runner affaticati per una corsa in salita o alla fine di una lunga corsa. Infine, le lesioni del muscolo plantare, le meno comuni, hanno un meccanismo lesionale simile a quello del muscolo gastrocnemio (il paziente può percepire un pop durante la lesione).

**Bright et al. (2017):** in questa review l'autore riporta il meccanismo lesionale delle lesioni al polpaccio secondo la letteratura. Sostiene infatti che il muscolo soleo solitamente si lesiona a caviglia dorsiflessa e ginocchio flesso e avviene tipicamente per overuse. Al contrario le lesioni del muscolo gastrocnemio e del muscolo plantare si verificano in modo tipicamente acuto con ginocchio esteso e caviglia dorsiflessa.

### 3.3.3 VALUTAZIONE CLINICA

Tra gli studi inclusi nella revisione 11 su 23 hanno indagato nello specifico la valutazione clinica delle lesioni muscolari al polpaccio. Di seguito vengono analizzati gli studi, con i relativi risultati, uno per volta.

**Kwak et al. (2006):** in questo studio sono state analizzate le immagini, rilevate tramite US, di una lesione del capo mediale del gastrocnemio sospettata clinicamente. Questo tipo di lesioni vengono chiamate "Tennis Leg" e si manifestano tipicamente nelle persone di mezza età: avvengono a seguito di un dolore acuto, durante un'attività sportiva, localizzato nella porzione centrale del polpaccio con associata una sensazione di schiocco. Sono stati inclusi 22 pazienti (range di età: 30-45 anni) con un dolore al polpaccio posttraumatico avvenuto in seguito ad un'intensa attività sportiva come calcio (16) e tennis (6); questi si sono presentati in ospedale in media dopo 1.5 giorni dalla lesione. Dopo la valutazione clinica (alterazione muscolare alla palpazione, impossibilità ad alzare le dita in monopodica, debolezza in flessione plantare), sono stati sottoposti ad US sia all'arto affetto che al controlaterale asintomatico. Le immagini sono state rilevate ogni due settimane durante il mese successivo alla lesione e ogni mese nei 6 mesi successivi. Dalle immagini agli US è emerso che 7 pazienti (31.8%) presentavano una lesione parziale del gastrocnemio e 15 una lesione completa. Le immagini agli US di un arto sano evidenziavano le fibre muscolari organizzate con linee ipoecogene ed iperecogene parallele, mentre una lesione parziale e completa mettevano in luce rispettivamente una discontinuità delle fibre e una rottura dell'intero muscolo. È stata rilevata la presenza di fluido tra il capo mediale del gastrocnemio e il muscolo soleo in 20 pazienti (90.9%) inizialmente e in 21 dopo due settimane. Lo spessore del fluido era significativamente maggiore nelle lesioni complete rispetto alle lesioni parziali (media di 9.7 mm vs. media di 6.8 mm;  $p < 0.01$ ). Dopo circa 2 settimane si iniziava già a vedere il processo riparativo che partiva dalla periferia e che gradualmente si avvicinava al centro. Dopo 6 mesi, in 12 pazienti c'era ancora un piccolo versamento mentre negli altri 9 c'era un'unione completa della lesione con un'area iperecogena che rappresentava il tessuto cicatriziale.

**Koulouris et al. (2007):** questo studio descrive le immagini alla MRI a seguito di una lesione muscolare al polpaccio. Sono state incluse 59 MRI di pazienti che si sono infortunati tra il 2001 e il 2004. Il campione dello studio è rappresentato da 48 uomini (età media 31 anni, range: 20-53 anni) e 11 donne (età media 47 anni, range 33-63 anni). In media la durata della sintomatologia prima dell'imaging è stata di 5.2 giorni (range 1-12 giorni). Sono state dunque identificate 39 lesioni

solitarie (66.1%) e 20 duplici lesioni (33.9%). La maggior parte delle lesioni è stata ritrovata in giocatori di football australiano (61%), poi in giocatori di calcio (18.6%), atletica (11.8%), cricket (5.1%) e tennis (3.4%). Rispetto alle 39 lesioni isolate sono state evidenziate 19 lesioni al gastrocnemio (48.7%), di cui 18 nel capo mediale e 1 nel capo laterale, 18 lesioni al soleo (46.2%) e 2 avulsioni del muscolo plantare (5.1%). Rispetto alle 20 lesioni duplici sono state evidenziate 12 lesioni al gastrocnemio mediale-soleo (60%), 4 lesioni ai due capi del gastrocnemio (20%), 3 lesioni di soleo e tibiale posteriore (15%) e 1 caso di lesione di soleo e flessore dell'alluce (5%). La storia clinica di una lesione al polpaccio è solitamente: una lesione acuta o una sensazione di popping avvenuta durante l'attività sportiva verificatasi tipicamente tra la caviglia dorsiflessa e il ginocchio esteso. Clinicamente, prima di eseguire l'imaging è stato valutato se fosse presente un evidente calo della forza in flessione plantare, gonfiore e/o ecchimosi visibile.

**Flecca et al. (2007):** in questo studio si vuole evidenziare l'importanza di associare alla valutazione clinica di una lesione muscolare al polpaccio anche un'immagine diagnostica. Nello specifico, in questo studio vengono utilizzati gli US in quanto poco costosi, non invasivi e facilmente somministrabili. La vera utilità di queste imaging, secondo lo studio, sta nella capacità di eseguire una diagnosi differenziale così da escludere la presenza di una trombosi venosa profonda (TVP) o di una ciste di Baker (che richiedono un altro tipo di trattamento), oltre che per monitorare la riparazione tissutale. Sono stati esaminati, dal 2005 al 2007, 35 pazienti con una lesione traumatica dei muscoli del polpaccio, di cui 25 uomini e 10 donne di età media di 47.5 anni (range 35-60 anni). Il 70% di questi pazienti è andato incontro ad una "Tennis Leg" (TL) durante un'attività sportiva (tennis, sci, corsa) mentre il 30% durante un'attività quotidiana (salire le scale, incidenti comuni per la strada). Una TL si manifesta tipicamente durante una simultanea plantiflessione del piede ed estensione del ginocchio che portano ad una contrazione attiva del gastrocnemio e ad un suo allungamento passivo. Clinicamente i pazienti si presentano con una diffusa massa palpabile, dolore acuto e indolenzimento a metà del polpaccio, impossibilità al cammino o cammino con dolore. I pazienti sono stati esaminati circa 1.5 giorni dopo la lesione ed è risultato che 33 su 35 avevano una "Tennis Leg", di cui 24 con una rottura parziale e 9 con una rottura completa, 1 caso con una lesione della giunzione MT prossimale e 1 caso con ciste di Baker. È stata rilevata la presenza di fluido tra il capo mediale del gastrocnemio e il muscolo soleo. Il grado della raccolta di fluido era significativamente maggiore nelle lesioni complete (6-16 mm; media: 9.7 mm) rispetto alle lesioni parziali (4-8 mm; media: 6.8 mm). A 6 mesi dalla lesione gli US mostravano il processo riparativo della lesione muscolare.

**Brennan et al. (2014):** questo studio ha lo scopo di indagare la correlazione tra la diagnosi clinica di lesione muscolare al polpaccio e i ritrovamenti della MRI. Il campione di questo studio è costituito da 45 atleti di football australiano professionisti (età media 23.2 anni) che hanno partecipato ad una sessione di allenamento ad alto carico di circa 10 km di corsa in circa 87.6 minuti. Durante questo percorso hanno eseguito: corsa costante, accelerazione, sprinting, forte decelerazione e sforzi ad alta velocità. Nei giorni seguenti sono stati valutati da un fisioterapista sportivo che ha etichettato i pazienti con una delle seguenti diagnosi: nessuna patologia, DOMS, contusione, lesione o altro. Il clinico ha raccolto informazioni dall'anamnesi e dall'esame clinico e nella sua diagnosi ha specificato la localizzazione, il muscolo coinvolto e il grado della lesione. Ha indagato dunque se ci fossero stati recenti sintomi al polpaccio (come discomfort, debolezza, asimmetria) o recenti contusioni o lesioni del polpaccio. L'esame clinico prevedeva palpazione, test di allungamento, test di contrazione muscolare statica e dinamica. La palpazione indagava sia il muscolo gastrocnemio che il soleo per evidenziare un'eventuale rigidità; il test di allungamento prevedeva una dorsiflessione completa della caviglia con il ginocchio in completa estensione o flessione; per la contrazione muscolare statica si chiedeva una contrazione del polpaccio a ginocchio teso e a ginocchio flesso; per il test di contrazione muscolare dinamica si chiedevano salti in monopodalica (entrambi i test di contrazione muscolare venano eseguiti 3 volte per gamba per tutto in range of motion). Successivamente gli atleti sono stati sottoposti ad una MRI bilaterale e questi risultati sono stati confrontati con quelli emersi dalla valutazione clinica. Sono state eseguite un totale di 90 MRI e la correlazione tra la valutazione clinica e quella radiologica c'è stata in 57 casi (63.3%). Dei 33 casi senza correlazione è emersa una situazione interessante dove 4 lesioni al polpaccio diagnosticate radiologicamente si sono presentate come asintomatiche (quindi nessuna patologia) clinicamente. Di queste, 3 lesioni riguardavano il muscolo soleo e 1 il gastrocnemio; inoltre 1 era una lesione primaria mentre le altre 3 lesioni erano localizzate sopra una vecchia cicatrice. Nel mese precedente all'indagine nessuno dei 4 ha riportato sintomi legati ad una lesione al polpaccio e nel mese successivo alla valutazione non hanno sviluppato sintomi.

**Balius et al. (2014):** in questo studio si mette a confronto l'indagine radiologica degli US rispetto alla MRI (gold standard) per identificare le lesioni muscolari del muscolo soleo valutandone la sensibilità. Sono stati indagati diversi pazienti dal 2009 al 2013 includendo soggetti che presentavano un dolore acuto al polpaccio compatibile con una lesione muscolare in quel distretto. Sono stati studiati 55 casi inizialmente con US e successivamente con MRI. Il campione studiato aveva un'età media di 35.6 anni (range: 32.8-38.3) ed erano tutti atleti: 18 calciatori, 24 runners, 12 tennisti e 1 giocatore

di basket. Nell'indagine all'MRI il 43.7% delle lesioni erano di tipo miofasciale (27.3% posteriore, 16.4% anteriore) mentre il 56.3% era di tipo muscolotendineo (16.4% aponeurosi mediale, 20.0% aponeurosi laterale e 20.0% tendine centrale). Rispetto alla MRI, gli US sono stati in grado di rilevare una lesione nel muscolo soleo nel 27.3% dei casi (15 casi su 55 dove il 66.7% erano lesioni miofasciali e il 33.3% lesioni miotendinee); nessuna lesione è stata individuata unicamente agli US. L'indagine agli US rileva più facilmente le lesioni miofasciali posteriori rispetto a quelle anteriori o alle lesioni miotendinee ( $p=0.05$ ). Dallo studio sembra dunque che l'indagine agli US non sia una tecnica sensibile per diagnosticare lesioni traumatiche del muscolo soleo sebbene sia più accessibile e meno costosa della MRI.

**Pedret et al. (2015):** in questo case series è stato analizzato il tempo di recupero per rientrare alle normali attività sportive (RTP) di una lesione del muscolo soleo a seconda della localizzazione del danno. Sono stati inclusi 44 pazienti che praticavano diverse discipline a livello professionistico (calcio, tennis, atletica leggera, basket, triathlon e hockey su prato). Il campione incluso è stato valutato clinicamente e sottoposto a MRI per confermare la diagnosi di lesione al muscolo soleo. Il 72.7% delle lesioni riguardava la giunzione miotendinea, mentre il restante 23.7% la giunzione miofasciale. Più precisamente sono state registrate: 13 lesioni MTM, 7 MTC, 12 MTL, 8 MFA, 4 MFP. Tutti i partecipanti hanno seguito il medesimo protocollo riabilitativo e rispetto al tempo di recupero non è emersa una differenza significativa tra le lesioni miotendinee e quelle miofasciali. Il sito di lesione che presentava il peggior tempo di recupero è stato MTC, con un tempo medio di  $44.3 \pm 23.0$  giorni. Il sito che presentava invece il miglior tempo di recupero è stato MTL, con in media  $19.2 \pm 13.5$  giorni ( $p<0.05$ ). È stata rilevata una correlazione statisticamente significativa tra il tempo di recupero e l'età ( $p<0.001$ ) e tra il tempo di recupero e l'estensione della lesione ( $p<0.05$ ).

**Spina et al. (2007):** in questa review si fa riferimento anche alla storia clinica della lesione del muscolo plantare. A seconda della severità, il soggetto può riferire un'esperienza di dolore che in alcuni casi può portare ad interrompere l'attività. Il dolore solitamente può insorgere a riposo o il giorno seguente la lesione. Oltre al dolore può presentarsi anche del gonfiore alla caviglia e al piede. Qualsiasi tentativo di dorsiflessione attiva/passiva o una plantiflessione resistita potrebbe elicitare il dolore del paziente. L'utilizzo di imaging come MRI o US può aiutare nella diagnosi differenziale con altre patologie da referral oltre a valutare precisamente la localizzazione e l'estensione del danno.

**Dixon et al. (2009):** in questa review l'autore vuole mettere in luce la necessità di differenziare una lesione del muscolo gastrocnemio e soleo per ottimizzare il trattamento e la prognosi delle lesioni al polpaccio. L'epidemiologia e la storia clinica possono essere un primo aiuto per iniziare a differenziare i distretti coinvolti da un trauma. Una lesione del capo mediale del gastrocnemio è infatti una delle più comuni e si verifica a ginocchio esteso e caviglia dorsiflessa; dopo il trauma in genere il paziente riferisce dolore, gonfiore e disabilità. Le lesioni del muscolo soleo sembrano essere ancora sottostimate; hanno solitamente una presentazione clinica meno drammatica rispetto a quella del gastrocnemio, infatti gonfiore e disabilità sono generalmente medie e il cammino/corsa tende a provocarne i sintomi. Durante la valutazione clinica gli strumenti che possono aiutare il clinico a differenziare i distretti coinvolti sono: palpazione, test di forza e test di allungamento. La palpazione viene effettuata lungo l'intera lunghezza muscolare e l'aponeurosi. È necessario analizzare la consistenza, il gonfiore, l'ispessimento, un avvallamento o una presenza di massa. Una lesione del muscolo gastrocnemio solitamente presenta tensione nel corpo mediale o nella giunzione muscolotendinea. Nelle lesioni del muscolo soleo il dolore è spesso laterale. Per esaminare la forza dei due distretti è necessario posizionare il ginocchio in massima flessione o in massima estensione per esaminare rispettivamente il muscolo soleo o il gastrocnemio chiedendo una flessione plantare. Un approccio simile viene impiegato per esaminare il dolore e la flessibilità durante i test in allungamento. Test aggiuntivi possono essere il Thompson test (per escludere una lesione del tendine achilleo), una misurazione della circonferenza del polpaccio (per evidenziare eventuali asimmetrie), test funzionali (hopping, running, jumping).

**Campbell et al. (2009):** in questo studio è possibile ricavare informazioni rispetto alla storia clinica e alla presentazione clinica delle lesioni al polpaccio, oltre che dei metodi di indagine più utilizzati. I pazienti con lesione al gastrocnemio solitamente riferiscono un episodio acuto di dolore con una sensazione di tensione, popping o come se qualcuno lo avesse colpito in quel distretto. Il paziente potrebbe presentarsi con dolore, crampi, debolezza, ecchimosi, difficoltà a deambulare. All'esame fisico la palpazione può percepire un avvallamento se c'è stata un'interruzione della continuità. Il dolore può essere evocato da un allungamento del muscolo o da una sua contrazione. I pazienti con una lesione del muscolo plantare e soleo riferiscono un acuto episodio di dolore, gonfiore ed ecchimosi al polpaccio. Il dolore viene esacerbato da una dorsiflessione di caviglia e c'è un punto doloroso nell'area della lesione, anche il carico potrebbe rievocare il sintomo. L'entità del dolore e del gonfiore nelle lesioni di soleo e plantare sono minori rispetto a quelle del gastrocnemio vista la

loro dimensione ridotta. US e MRI possono supportare il clinico ad escludere altre patologie (come trombosi venosa profonda) e a capire la severità del danno.

**Fields et al. (2016):** in questa review viene dedicata una sezione alla presentazione clinica di un runners con lesione muscolare al polpaccio. Dalo studio è emerso che solitamente una lesione del gastrocnemio e del plantare si verifica con un trauma acuto (sprint o salto); nei runners si verifica spesso nei faster interval training, racing o high-speed tempo runs. Le lesioni del muscolo soleo si verificano con fatica o overtraining; difficilmente hanno un evento acuto, anzi di solito riferiscono un dolore al polpaccio progressivo. Una lesione media si presenta spesso con rigidità alla palpazione, dolore alla contrazione resistita, ma senza un visibile gonfiore, alterazione cromatica o avvallamento. Lesioni più severe invece mostrano una significativa rigidità alla palpazione, alterazione cromatica e gonfiore e, a volte, un avvallamento visibile. Le imaging solitamente non vengono richieste per le lesioni muscolari, comunque quelle più utili per confermare la diagnosi sono US e MRI. Queste non sono in grado di predire il RTP e il rischio di recidiva, ma possono essere utili soprattutto negli alti livelli di competizione.

**Bright et al. (2017):** in questo studio vengono riportate informazioni rispetto alla presentazione clinica delle lesioni muscolari al polpaccio. Generalmente una lesione al muscolo soleo viene elicitata allungando passivamente in muscolo, dunque portando il ginocchio e la caviglia in massima flessione. Il muscolo plantare, se lesionato, dà sintomi meno severi e il paziente potrebbe presentare un ROM completo senza dolore. Gli US possono essere un ottimo strumento di supporto per il clinico per stimare la severità del danno, monitorare il processo di guarigione ed escludere lesioni muscolari o patologie che non riguardano la componente superficiale dei muscoli del polpaccio.

### 3.3.4 TRATTAMENTO

Tra gli studi inclusi nella revisione 9 su 23 hanno indagato nello specifico il trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio. Di seguito vengono analizzati gli studi, con i relativi risultati, uno per volta.

**Kwak et al. (2006):** lo scopo di questo studio è quello di valutare l'efficacia della compressione nel trattamento delle "tennis leg". Tra il 2002 e il 2004 sono stati visti 30 pazienti con una diagnosi clinica di sospetta lesione del capo mediale del gastrocnemio (esordita in media 1.5 giorni prima) poi confermata all'indagine agli US. Sono stati inclusi 30 pazienti, 15 per il gruppo studio e 15 per il gruppo intervento, con un'età media di 39 anni (range: 30-45 anni). Il campione dello studio aveva

avuto un dolore acuto post traumatico al polpaccio a seguito di un'attività sportiva (22 calciatori e 8 tennisti). Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad US ad entrambi gli arti inferiori (sia quello affetto che il controlaterale). La valutazione con imaging è stata effettuata con un intervallo di 1 settimana durante il mese della lesione e con un intervallo di 2 settimane nei sei mesi successivi. Nell'indagine agli US è stato analizzato: l'integrità della giunzione miotendinea del gastrocnemio, la presenza di fluido e il tempo di unione tra soleo e gastrocnemio. Il gruppo controllo ha seguito il seguente protocollo di trattamento: ghiaccio, riposo, elevazione dell'arto, FANS per i primi 1-2 giorni; ogni paziente ha poi ricevuto stampelle e tutori in neoprene per 2-4 settimane; hanno poi seguito un programma di stretching passivo e attivo per 2 settimane. Il gruppo studio ha seguito il medesimo protocollo di trattamento ricevendo in aggiunta anche un trattamento compressivo con una benda elastica senza il tutore in neoprene per 2-4 settimane. Dei 30 pazienti inclusi, in 11 è stata rilevata una lesione parziale (36.7%) del gastrocnemio e negli altri 19 una lesione totale. Nell'83.3% dei pazienti è stata rilevata la presenza di fluido. È stato rilevato che nel gruppo studio l'unione tra soleo e gastrocnemio avveniva in maniera significativamente più rapida del gruppo controllo (4.25 vs. 3.25 settimane;  $p=0.02$ ) permettendo ai pazienti di camminare prima. Anche la presenza di fluido tra i due muscoli, dopo 1 mese, era significativamente più ridotta nel gruppo studio rispetto al gruppo controllo (8.9 vs. 4.5 mm;  $p=0.01$ ).

***Pedret et al. (2015):*** in questo studio è stato analizzato il tempo di recupero per rientrare alle normali attività sportive (RTP) di una lesione del muscolo soleo. Sono stati inclusi 44 pazienti che praticavano diverse discipline a livello professionistico (calcio, tennis, atletica legger, basket, triathlon e hockey su prato). Il campione incluso è stato valutato clinicamente e sottoposto a MRI per confermare la diagnosi di lesione al muscolo soleo. Il 72.7% delle lesioni riguardava la giunzione miotendinea, mentre il restante 23.7% la giunzione miofasciale. Più precisamente sono state registrate: 13 lesioni MTM, 7 MTC, 12 MTL, 8 MFA, 4 MFP. Tutti i partecipanti hanno seguito il medesimo protocollo riabilitativo che prevedeva: crioterapia, elettroterapia, massaggio drenate nei primi tre giorni; esercizi isometrici, stretching attivo e attività aerobica nei giorni 3-7; esercizi concentrici, stretching attivo e treadmill nei giorni 7-14; esercizi eccentrici ed esercizi sul campo da gioco nei giorni 14-21. In media il tempo medio di recupero è stato di  $29.1 \pm 18.8$  giorni.

***Borrione et al. (2017):*** questo studio analizza l'efficacia dell'uso del platelet-rich plasma (PRP) nel trattamento delle lesioni del muscolo gastrocnemio. Il campione incluso nello studio comprendeva 31 soggetti nel gruppo studio e 30 soggetti nel gruppo controllo. La popolazione presentava una

lesione muscolare di grado II o III localizzata nella giunzione miotendinea distale del capo mediale del gastrocnemio. Il PRP è un prodotto biologico ottenuto dal paziente che ha funzioni antinfiammatorie e pro-rigenerative; nel contesto clinico sembra che la sua applicazione nelle lesioni muscolari riduca gonfiore e dolore. Il gruppo studio è stato trattato con 3 iniezioni intralesionali di 10 ml di PRP (guidato da "dynamic musculoskeletal ultrasound"); la prima iniezione è stata fatta dopo la prima visita ( $8.2 \pm 7.35$  giorni dopo il trauma), la seconda a distanza di 1 settimana e la terza dopo 2 settimane dalla seconda iniezione. Il gruppo studio ha seguito, dopo le iniezioni di PRP, lo stesso programma di riabilitazione del gruppo controllo; entrambi hanno iniziato il giorno seguente alla loro prima visita. Questo programma di trattamento era costituito da 3 fasi e la progressione veniva influenzata dalla percezione del dolore. La prima fase del trattamento prevedeva l'esecuzione di esercizi isometrici per il gastrocnemio, il soleo e altri muscoli della caviglia, 20 minuti di TENS e massaggio superficiale drenante. La seconda fase, permettendo, era caratterizzata da 20 minuti di cyclette, rinforzo in eccentrica del gastrocnemio e degli altri muscoli della caviglia e stretching per il tendine d'Achille e per il gastrocnemio. Il paziente passava alla fase successiva del trattamento se risultava negativo al touch test (il terapeuta esercita una pressione sulla zona lesionata) e al lengthening test (il terapeuta porta in dorsiflessione la caviglia in modo graduale). Se con questi test non si evocava il dolore del paziente, allora si passava alla terza fase del trattamento il cui obiettivo era quello del completo recupero. Nella parte finale del protocollo si richiedeva: esercizi di corsa, recupero totale della forza del gastrocnemio, stretching del gastrocnemio e del tendine d'Achille, esercizi propriocettivi e un ritorno graduale all'attività sportiva. Se il paziente avesse presentato dolore al touch test o al lengthening test allora avrebbe continuato a seguire la fase due per un'altra settimana. Il gruppo studio ha iniziato la fase 1 dopo la prima iniezione, la fase 2 dopo la seconda iniezione e la fase 3, dolore permettendo, dopo la terza iniezione. Il gruppo controllo, a causa del dolore, ha iniziato la seconda fase con un ritardo significativo rispetto al gruppo studio ( $17 \pm 7.2$  giorni vs.  $9 \pm 3.8$  giorni;  $p = 0.0001$ ). Anche la terza fase, di conseguenza, presenta differenze significative tra il gruppo studio e il gruppo controllo (rispettivamente  $27 \pm 5.2$  giorni e  $43 \pm 10.8$  giorni;  $p = 0.0001$ ). Il tempo necessario per il ritorno al cammino senza dolore è stato di  $24.27 \pm 12.36$  giorni nel gruppo studio e di  $52.4 \pm 20.03$  giorni nel gruppo controllo ( $p < 0.001$ ). Sono state riscontrate differenze significative anche nel tempo di ritorno alla attività sportiva dove il gruppo controllo impiegava in media  $119.3 \pm 43.87$  giorni, mentre il gruppo studio  $53.33 \pm 27.74$  giorni in media ( $p < 0.001$ ). Anche l'intensità del dolore (VAS) è risultata significativamente minore nel gruppo studio rispetto al gruppo controllo ad 1 settimana

dalla valutazione ( $2.3 \pm 1.7$  e  $5.1 \pm 2$ ;  $p=0.004$ ). I risultati, quindi, supportano l'uso della PRP all'interno di un trattamento multimodale nel management delle lesioni muscolari del capo mediale del gastrocnemio.

**De la Cruz Torres et al. (2020):** questo RTC ha come campione dello studio 30 ballerini classici con una lesione nel tendine centrale del muscolo soleo. I pazienti sono stati divisi in tre gruppi di intervento: gruppo PNE ( $n=10$ ), gruppo esercizio eccentrico ( $n=10$ ), gruppo combinato ( $n=10$ ). Il gruppo di esercizio eccentrico ha utilizzato un piccolo step per svolgere i suoi esercizi. I pazienti hanno svolto i loro esercizi sullo step 1 volta al giorno, per 4 giorni alla settimana, per 4 settimane. I pazienti dovevano mantenere una posizione del corpo verticale, stare con l'intero peso sul retropiede con il ginocchio flesso e la caviglia dorsiflessa e caricare eccentricamente il muscolo soleo scendendo con il tallone sotto al retropiede. Questo esercizio era basato sullo stretching-shortening cycle usando il peso del proprio corpo. Gli esercizi eccentrici prevedevano 3 sets da 15 ripetizioni alla fine della lezione di danza (al mattino). Un altro gruppo ha ricevuto due sessioni di US-Guided PNE. Questo si applicava tramite un device che produceva una corrente galvanica continua attraverso il catodo mentre il paziente teneva l'anodo. I pazienti erano posizionati in decubito prono con i piedi fuori dal tavolo. L'ago da agopuntura veniva posizionato nell'area danneggiata e la tecnica PNE veniva erogata con un'intensità di 2.5 mA, per 3 secondi di durata, per 3 volte. L'ultimo gruppo ha ricevuto US-Guided PNE therapy e ha svolto gli esercizi eccentrici nello stesso modo in cui sono stati effettuati negli altri due gruppi. Le misure di outcome sono state rilevate alla baseline e alla fine del trattamento (a 4 settimane). I valori della NRS mostrano una differenza significativa in miglioramento tra il pretrattamento e il posttrattamento in tutti i gruppi ( $p<0.05$ ) e tra il gruppo PNE vs. esercizio eccentrico mostrando un miglioramento nel gruppo PNE ( $p<0.05$ ). I valori di NRS, DROM, heel rise test, ADL, technique, DFOS totale e DFOS soggettivo mostrano differenze significative in tutti i gruppi tra il pretrattamento e il posttrattamento ( $p<0.05$ ). Il gruppo combinato ha comunque dimostrato una più alta percentuale di cambiamento rispetto agli altri gruppi. La MCID era di  $4.60 \pm 1.51$  per il gruppo PNE,  $2.70 \pm 2.31$  per il gruppo esercizio eccentrico e  $4.70 \pm 1.42$  per il gruppo combinato. Questo studio dimostra come la combinazione di US-Guided PNE e esercizio eccentrico porta ad outcomes migliori rispetto all'uso di un singolo trattamento nei ballerini classici con una lesione cronica del muscolo soleo.

**Ishoi et al. (2020):** lo scopo di questa RS è quello di raccogliere le evidenze in letteratura rispetto alla diagnosi, prevenzione e trattamento delle più comuni lesioni muscolari agli arti inferiori nello

sport. I distretti muscolari analizzati sono stati: hamstring, adduttori, quadricipite e polpaccio. Nello specifico, nella ricerca sulle lesioni al polpaccio, sono stati ritrovati i seguenti risultati dalla ricerca. Nel dominio 1 (test diagnostici) la ricerca non ha incluso alcuno studio. Nel dominio 2 (prevenzione) è stato incluso uno studio prospettivo di qualità molto bassa (Kraemer et al. 2009). Nel dominio 3 (trattamento) sono stati inclusi 3 studi, 2 case-series (Millar et al. 1979; Pedret et al. 2015) e 1 retrospettivo osservazionale (Borrione et al. 2018), includendo un totale di 825 soggetti. Evidenze di qualità molto bassa suggeriscono l'uso di un trattamento multimodale costituito da trattamento passivo ed esercizi progressivi (allungamento e rinforzo) con un tempo di trattamento medio di 9 giorni in uno studio e un rischio di recidiva ad 1 anno di 6.8% in un altro studio. Nello studio di Pedret et al. (2015) emerge come il trattamento combinato di PRP ed esercizi eccentrici porti ad un risultato maggiore rispetto ai due trattamenti utilizzati da soli (evidenza di qualità molto bassa).

**Spina et al. (2007):** in questa review viene dedicata un'analisi delle evidenze anche rispetto al trattamento delle lesioni del muscolo plantare. In mancanza di studi condotti precisamente su questo genere di argomento, l'autore ha analizzato gli studi che facevano riferimento alle lesioni del muscolo plantare in generale. La fase acuta delle lesioni muscolari ha come obiettivo quello di controllare la cascata infiammatoria, prevenire danni futuri, limitare il dolore per promuovere una mobilizzazione precoce. Inizialmente il trattamento vede utilizzare il protocollo RICE (rice, ice, compression, elevation). Il breve periodo di immobilizzazione permette la formazione di nuovo tessuto cicatriziale; alcuni studi hanno evidenziato come la posizione di immobilizzazione possa modificare in positivo o negativo l'outcome del paziente. Una immobilizzazione in allungamento o in posizione intermedia è infatti preferibile ad una posizione di accorciamento in quanto questo causerebbe una riduzione della lunghezza a riposo, una diminuzione della forza e della capacità di assorbire energia, una perdita di peso dell'unità muscolotendinea. Nello specifico, una lesione del muscolo plantare dovrebbe essere immobilizzata in dorsiflessione o in posizione neutra della caviglia, mantenendo il ginocchio in estensione, grazie all'aiuto del tape. Il ghiaccio, il riposo e l'elevazione limiterebbero il sanguinamento riducendo il dolore. Anche NSAIDs possono essere efficaci nel breve termine. Il periodo di riposo, a seconda della severità del danno, è di pochi giorni (1-3 giorni); a questo segue una mobilizzazione precoce per favorire una crescita più rapida dei capillari, una migliore rigenerazione delle fibre muscolari ed un loro orientamento parallelo ottimale. In seguito, a tolleranza del dolore, è necessario inserire esercizi passivi, attivi e resistiti. Un allungamento esterno e un carico meccanico infatti inducono l'espressione dei fattori di crescita per la rigenerazione muscolare. Una lesione del muscolo plantare ha solitamente una natura benigna e

il trattamento conservativo da buoni risultati. Il trattamento chirurgico si mette in atto solitamente in presenza di complicazioni.

**Dixon et al. (2009):** come in altri studi, anche in questa review l'autore propone, analizzando la letteratura, un programma di riabilitazione per le lesioni di soleo e gastrocnemio. Nella fase acuta si sottolinea l'importanza di limitare emorragia e dolore e di prevenire complicazioni. Per i primi 3-5 giorni si consiglia riposo, ghiaccio, compressione ed elevazione. NSAIDs consigliati solo per le prime 24-72h. Dopo il miglioramento dei sintomi nella fase acuta si inizia uno stretching passivo per allungare la cicatrice prematura. Dopo 10 giorni dalla lesione la nuova cicatrice ha la stessa forza tensile del muscolo adiacente, dunque si può lavorare sull'incremento della forza muscolare in modo progressivo (esercizi isometrici, isotonici e dinamici). Possono essere abbinati anche: massaggio, ultrasuoni, stimolazioni elettriche. Il trattamento chirurgico è indicato per situazioni più gravi o per complicanze.

**Campbell et al. (2009):** in questo studio l'autore ha raccolto informazioni anche rispetto al trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio. Nello specifico emerge che una lesione del muscolo gastrocnemio ha una prognosi relativamente benigna. Inizialmente il protocollo di trattamento prevede l'uso del RICE. Appena i sintomi lo consentono è necessario iniziare a caricare l'arto e ad allungare le fibre muscolari. Il paziente può tornare a correre e saltare una volta che saranno liberi dal dolore e quando hanno ripreso la normale forza ed agilità; questo richiede circa 3-4 mesi. Come per il muscolo gastrocnemio, anche il muscolo soleo e plantare seguono lo stesso protocollo di trattamento. Il trattamento chirurgico viene praticato raramente in questo tipo di lesioni.

**Field et al. (2016):** in questa review vengono raccolte informazioni dalla letteratura sulle lesioni muscolari al polpaccio nei runners. Rispetto al trattamento emerge che nella prima fase è consigliabile seguire il protocollo RICE. In presenza di una lesione importante può essere consigliato l'uso delle stampelle o di un manicotto compressivo; anche i plantari possono aiutare nella gestione del dolore. La letteratura supporta l'utilizzo di esercizi eccentrici e concentrici per il recupero. Per riavvicinare il paziente alla corsa è necessario che: sia in grado di camminare senza dolore, riesca a fare 15 calf raises in monopodalica con minimo dolore, riesca ad eseguire una corsa lenta con plantari e manicotto compressivo. Se il paziente dimostra di saper eseguire 3 sets di 15 calf raises in monopodalica con ginocchio flesso/esteso senza dolore e di riuscire a correre per 30 minuti continui senza dolore allora è possibile permettere al paziente di riprendere gli allenamenti.

## 4. DISCUSSIONE

L'obiettivo della seguente revisione narrativa è stato quello di indagare le informazioni presenti in letteratura rispetto alle lesioni muscolari del polpaccio. Nello specifico la ricerca è stata incentrata sulla raccolta delle informazioni pertinenti all'epidemiologia, al meccanismo lesionale, alla valutazione clinica e al trattamento. La presente revisione ha incluso 23 studi (1 RS<sup>46</sup>, 1 RCT<sup>47</sup>, 1 Prospective Controlled Trial<sup>25</sup>, 12 studi retrospettivi<sup>37,42,43,48</sup> o prospettici<sup>2,4,13,36,38-40,44</sup>, 2 studi epidemiologici descrittivi<sup>20,45</sup>, 5 review<sup>16,22-24,26</sup> e 1 case series<sup>41</sup>), di qualità da bassa a moderata, alcuni dei quali esposti ad alto rischio di bias.

### 4.1 EPIDEMIOLOGIA

Il primo quesito di questa revisione ha voluto indagare l'incidenza e la prevalenza delle lesioni muscolari al polpaccio, le caratteristiche della popolazione colpita, il distretto muscolare maggiormente coinvolto, il RTS e il tasso di recidiva.

Tra gli studi inclusi, la popolazione più soggetta a questo genere di infortuni è quella sportiva; nello specifico i dati raccolti riguardano gli atleti professionisti. Gli studi di Ekstrand et al.<sup>2</sup> e di Werner et al.<sup>43</sup> hanno raccolto i dati rispetto ai giocatori di calcio d'élite (n= 2299 atleti; n= 116 squadre; n=24 atleti), lo studio di Pollock et al.<sup>42</sup> analizza gli atleti professionisti di atletica leggera (n=214 atleti), Hultman et al.<sup>20</sup> i giocatori di baseball professionisti (n=750 atleti), Green et al.<sup>45</sup> i giocatori di football australiano d'élite (n=149 atleti), Fields et al.<sup>22</sup> i runners (n= non specificato). La popolazione dello studio, sebbene coinvolta in sport differenti, è abbastanza omogenea in termini di età (età media tra i 20 e i 30 anni circa).

Nei giocatori di calcio professionisti è emerso che le lesioni muscolari rappresentano il 31% di tutti gli infortuni e causano il 27% delle assenze per lesioni<sup>2</sup>. Il 92% di tutte le lesioni muscolari colpiscono i 4 gruppi muscolari principali dell'arto inferiore: hamstring (37%), adduttori (23%), quadricipiti (19%) e muscoli del polpaccio (13%)<sup>2</sup>. Lo studio prospettico di Ekstrand et al.<sup>2</sup> è lo studio con il campione analizzato più numeroso. Ha incluso infatti un totale di 2299 giocatori registrando complessivamente 2908 lesioni muscolari. In generale, l'incidenza delle lesioni muscolari è risultata in media di 2.48/1000 ore di esposizione, 6 volte più frequente nella partita rispetto all'allenamento<sup>2</sup>. Un risultato simile è stato riscontrato anche nelle lesioni al polpaccio. Nello specifico, queste hanno infatti dimostrato di avere un'incidenza media di 0.31/1000 ore di

esposizione di cui 0.18/1000 ore durante l'allenamento e 1.04/1000 ore durante la partita<sup>2</sup>. Nello studio di Werner et al.<sup>43</sup> è stata registrata un'incidenza di 2.3 lesioni acute al polpaccio per anno. La maggior incidenza delle lesioni durante le partite rispetto all'allenamento è stata riscontrata anche in altri studi<sup>49,50</sup>. Questo fenomeno può essere giustificato dal fatto che durante una competizione all'atleta viene richiesto un maggior impegno fisico e mentale, rendendolo più suscettibile ad un infortunio. Rispetto ai 90 minuti della partita è stato anche riscontrato che le lesioni al polpaccio si verificano più frequentemente negli ultimi 15 minuti ( $p < 0.05$  rispetto a 0-15, 15-30, 30-45 e 60-75 minuti)<sup>2</sup>; la stanchezza potrebbe essere una spiegazione di questi risultati. Alcuni studi sulle richieste fisiche nel calcio hanno infatti dimostrato che la fatica si sviluppa verso la fine della partita; inoltre la quantità di corsa ad alta velocità e le prestazioni tecniche si abbassano<sup>51-53</sup>.

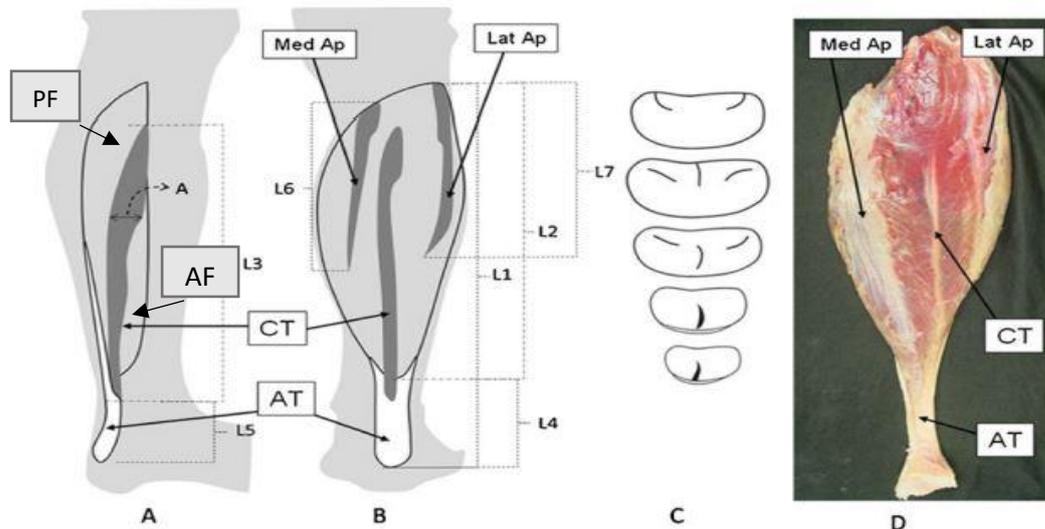
L'incidenza delle lesioni al polpaccio nei giocatori di calcio può variare anche rispetto alle caratteristiche dell'atleta. Ekstrand et al.<sup>2</sup> ha infatti dimostrato che le lesioni aumentano con l'età: 0.32/1000 ore nei giovanissimi (16-21 anni), 1.07 nel gruppo intermedio di 22-30 anni ( $p < 0.001$  vs. giovanissimi) e 1.89 nei giocatori più anziani con età maggiore di 30 anni ( $p < 0.001$  vs. giocatori di età intermedia e  $p = 0.007$  rispetto ai giovanissimi). Lo studio di Campbell et al.<sup>16</sup> giustifica questa maggior incidenza degli atleti più anziani con il cambiamento fisiologico del tessuto e con la ridotta flessibilità muscolare; entrambi possono predisporre i soggetti a questi eventi lesivi.

Anche il ruolo nella squadra di calcio può rendere l'atleta più o meno a rischio di sviluppare lesioni muscolari al polpaccio. Dallo studio di Werner et al.<sup>43</sup> è emerso che, delle 27 lesioni al polpaccio registrate, il 67% si sono verificate nei difensori e solo il 25% negli attaccanti con una differenza significativa ( $p = 0.043$ ). Nello studio di Hultman et al.<sup>20</sup> è risultato invece che nei giocatori MLB professionisti, hanno riportato il maggior numero di lesioni gli atleti della difesa interna (48.3%) rispetto ai lanciatori (27.6%) e alla difesa esterna (17.9%). Sebbene il primo studio abbia incluso un campione ridotto di atleti, questi risultati evidenziano come il ruolo dell'atleta possa predisporre in misura maggiore o minore a certi infortuni. In uno studio sui giocatori di baseball, ad esempio, è stato rilevato che il 50.3% delle lesioni durante la corsa alla base si sono verificate nel raggiungimento della prima base<sup>20</sup>. Questo sembra essere dimostrato dal fatto che i viaggi per raggiungere la prima base sono più frequenti rispetto a quelli fatti per raggiungere le altre basi, come è stato visto anche nelle lesioni agli hamstring<sup>54</sup>. Tuttavia, le tecniche di corsa per raggiungere le basi possono differire tra una base e un'altra e questo potrebbe spiegare il risultato ottenuto.

Non sono state trovate differenze significative nell'arto affetto (dominante vs. non dominante) nei giocatori di calcio<sup>2</sup>. Diversamente invece, nello studio di Pollock et al.<sup>42</sup> è emerso che le lesioni del muscolo plantare negli sprinters accadono più frequentemente nel lato destro ( $p < 0.05$ ) senza specificare l'arto dominante.

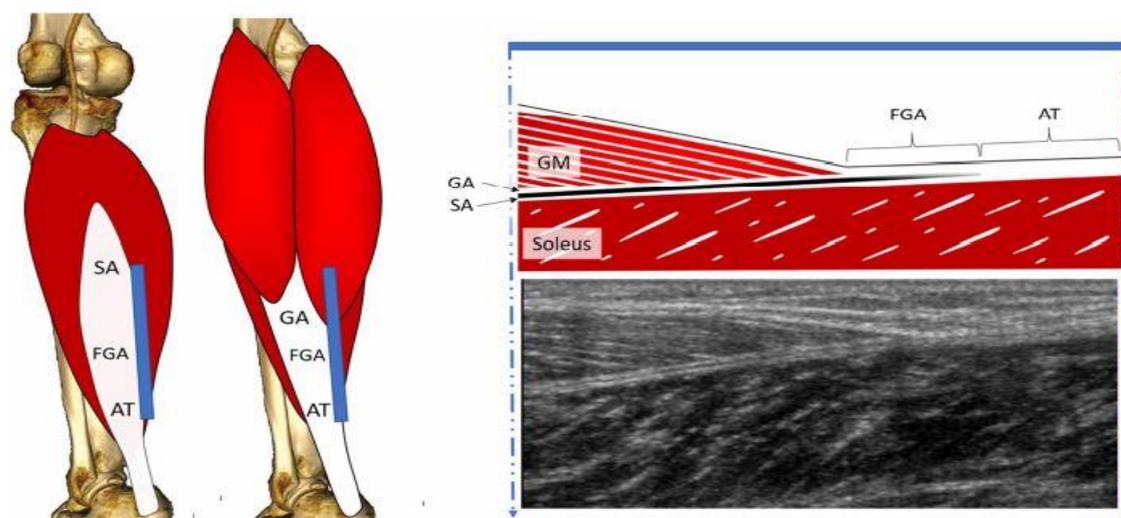
I distretti muscolari maggiormente coinvolti nelle lesioni al polpaccio sono il muscolo gastrocnemio e soleo; il muscolo plantare viene colpito più raramente, ma è anche studiato meno. Nello studio condotto sui calciatori professionisti è emerso che il 74% delle lesioni registrate riguardavano il muscolo gastrocnemio, il 15% il muscolo soleo e l'11% entrambi<sup>43</sup>; l'86% dei giocatori ha presentato una lesione della fascia localizzata in profondità tra il muscolo soleo e gastrocnemio<sup>43</sup>. Nello studio di Green et al.<sup>45</sup> invece è emerso che nei giocatori di football australiano ci sono state più lesioni nel muscolo soleo (84.6%) che nel gastrocnemio. Da questi risultati si potrebbe ipotizzare che la frequenza del coinvolgimento di un muscolo rispetto ad un altro possa dipendere anche dal tipo di attività sportiva praticata. Campbell et al.<sup>16</sup> ha riportato infatti che le lesioni al gastrocnemio accadono più frequentemente in sport come tennis, running, basketball, calcio e sci; mentre le lesioni al muscolo soleo e plantare, meno comuni, avvengono solitamente nella corsa e nella pallavolo. Le lesioni del muscolo plantare possono presentarsi anche in maniera isolata<sup>24</sup>. Uno studio condotto sugli atleti di atletica leggera ha dimostrato che l'incidenza annuale delle lesioni al muscolo plantare è del 3.9-9.3%; con maggior prevalenza negli sprinters e negli atleti di endurance<sup>42</sup>.

Rispetto al muscolo soleo invece, Balius et al.<sup>39</sup> ha condotto uno studio accurato andando a ricercare la localizzazione delle lesioni. Sono stati identificati 5 siti tipici di lesione: giunzione MT prossimale mediale, giunzione MT prossimale laterale, giunzione MT centrale distale, giunzione MF anteriore e giunzione MF posteriore. La lesione della giunzione MT mediale prossimale è una delle più comuni e rappresenta il 56.4% di tutti i casi.



**Figura 4.** Rappresentazione sagittale, frontale posteriore e in sezioni assiali del muscolo soleo. Med Ap: medial aponeurosis; Lat Ap: lateral aponeurosis; CT: central tendon; PF: posterior fascia; AF: anterior fascia; AT: Achilles tendon. Tratta da “Balius R. et al. The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution. Skeletal Radiol. 2013 Apr; 42 (4): 521-30”.

Anche Pedret et al.<sup>48</sup> ha proposto una classificazione delle lesioni muscolari al capo mediale del gastrocnemio rilevando 5 siti di lesione tipici: Tipo 1 (lesione mioaponeuronica), Tipo 2A (lesione <50% aponeurosi gastrocnemio GA), Tipo 2B (lesione >50% aponeurosi gastrocnemio GA), Tipo 3 (lesione aponeurosi gastrocnemio senza miofibre FGA) e Tipo 4 (lesione mista GA e FGA). In questo studio è emerso che in circa la metà dei partecipanti (sia atleti che lavoratori), la lesione muscolare era di Tipo 2 e che un maggior RTP/RTW è associato alle lesioni che coinvolgono FGA.



**Figura 5.** Rappresentazione del complesso del tricipite surale. GM: capo mediale del gastrocnemio; FGA: aponeurosi gastrocnemio senza miofibre; AT: tendine d’Achille; GA: aponeurosi gastrocnemio; SA: aponeurosi soleo. Tratto da “Pedret et al. Ultrasound classification of medial gastrocnemius injuries. 2020. Scand J Med Sci Sports. 2020 Dec; 30 (12): 2456-2465”.

Rispetto alla classificazione delle lesioni muscolari si è visto che quelle del polpaccio sono principalmente di grado moderato (48%); meno frequenti risultano essere quelle di grado minimo (14%), medio (25%) o grave (13%)<sup>4</sup>. Una distribuzione simile, in termini di gravità, è stata riscontrata anche negli altri gruppi muscolari<sup>4</sup>.

Secondo lo studio di Ekstrand et al. del 2011<sup>2</sup> il tempo medio di assenza di una lesione primaria al polpaccio è di  $14.7 \pm 14.4$  giorni. Valori simili sono stati riscontrati anche nello studio di Werner et al.<sup>43</sup> dove specificava anche che i giocatori con un RTS > di 2 settimane presentavano una lesione della fascia maggiore della media ( $p=0.032$ ) e una più frequente presenza di fluido (0.031) rispetto ai giocatori che hanno avuto un RTS < di 2 settimane. Lo studio di Green et al.<sup>45</sup> confronta il RTS tra il muscolo soleo e il gastrocnemio dimostrando che quest'ultimo presenta un RTS più breve ( $19.1 \pm 14.1$  giorni vs.  $25.4 \pm 16.2$  giorni) senza essere significativo dal punto di vista statistico. Nelle lesioni del muscolo plantare invece il RTS è di circa 4 settimane per le tendinopatie, 8 settimane per le lesioni parziali trattate conservativamente e  $2.6 \pm 1.5$  mesi per le lesioni trattate chirurgicamente<sup>42</sup>. Lo studio di Ekstrand et al. del 2020<sup>4</sup> mette in luce in maniera più dettagliata la differenza tra le lesioni strutturali e funzionali. I giorni medi di assenza delle lesioni primarie funzionali sono minori rispetto alle lesioni strutturali (5.6 giorni vs. 17.4 giorni); lo stesso emerge dal confronto tra le recidive (7.3 giorni vs. 20.8 giorni)<sup>4</sup>. I giorni di assenza di una lesione al polpaccio strutturale primaria vs. recidiva hanno una differenza significativa ( $p=0.047$ )<sup>4</sup>.

Il 13% delle lesioni al polpaccio sono recidive<sup>2</sup> e solitamente si manifestano entro due mesi dalla lesione primaria (54.3%)<sup>45</sup>. Rispetto alle lesioni primarie le recidive coinvolgono i giocatori più anziani ( $p=0.03$ ) e, come sostengono anche altri studi<sup>45,49,55,56</sup>, causano un tempo di assenza maggiore rispetto alle lesioni primarie ( $p<0.001$ ). Una possibile spiegazione può essere fornita dallo studio di Koulouris et al.<sup>37</sup> dove si dimostra che nelle recidive c'è un danno strutturale maggiore rispetto alle lesioni primarie, motivo per cui è importante evitarle. Incrementare il controllo durante la riabilitazione con test funzionali prima del ritorno all'allenamento di squadra e alla partita potrebbe ridurre il rischio di incorrere in una recidiva<sup>57</sup>.

Alla luce delle informazioni ottenute da questa revisione è possibile sintetizzare i dati raccolti nella tabella seguente.

<b><i>Epidemiologia lesioni muscolari del polpaccio</i></b>	
<i>Incidenza e Prevalenza</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secondo gli studi maggiormente condotti sul calcio le lesioni muscolari rappresentano il 31% di tutti gli infortuni e causano il 27% delle assenze per lesioni<sup>2</sup>.</li> <li>• Nei calciatori, il 92% di tutte le lesioni muscolari colpiscono i 4 gruppi muscolari principali dell'arto inferiore: hamstring (37%), adduttori (23%), quadricipite (19%), polpaccio (13%)<sup>2</sup>.</li> <li>• Nei calciatori, le lesioni al polpaccio hanno un'incidenza media di 0.31/1000 ore di esposizione, di cui 0.18/1000 ore durante l'allenamento e 1.04/1000 ore durante la partita (circa 6 volte più frequente durante la partita rispetto all'allenamento)<sup>2</sup>.</li> <li>• Rispetto ai 90 minuti della partita di calcio, le lesioni al polpaccio si verificano più frequentemente negli ultimi 15 minuti<sup>2</sup>.</li> <li>• Nell'atletica leggera, l'incidenza annuale delle lesioni al muscolo plantare è del 3.9-9.3%<sup>42</sup>.</li> </ul>
<i>Caratteristiche popolazione: età, sport, livello, ruolo.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nei giocatori di calcio, l'incidenza delle lesioni al polpaccio aumenta all'aumentare dell'età: 0.32/1000 ore nei giovani (16-21 anni), 1.07/1000 ore nel gruppo intermedio (22-30 anni), 1.89/1000 ore nei giocatori più anziani (&gt;30 anni)<sup>2</sup>.</li> <li>• Nei giocatori di calcio, il 67% delle lesioni muscolari al polpaccio si verificano nei difensori, il 25% negli attaccanti<sup>43</sup>.</li> <li>• Nel baseball, il 48.3% delle lesioni al polpaccio si verificano negli atleti della difesa interna<sup>20</sup>.</li> <li>• Nei giocatori di baseball, il 50.3% delle lesioni al polpaccio, avvenute durante una corsa alla base, si sono verificate nella raggiungimento della prima base<sup>20</sup>.</li> <li>• Nel calcio, non sono state trovate differenze nella prevalenza di un arto affetto (dominante vs. non dominante)<sup>2</sup>.</li> <li>• Nell'atletica leggera le lesioni al muscolo plantare si verificano principalmente negli sprinters e negli atleti di endurance<sup>42</sup>.</li> </ul>

<i>Prevalenza nei gruppi muscolari</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nei calciatori, circa <math>\frac{3}{4}</math> delle lesioni al polpaccio si verificano nel muscolo gastrocnemio, una percentuale minore nel muscolo soleo e talvolta in entrambi<sup>43</sup>.</li> <li>• Nei giocatori di football australiano l'84.6% delle lesioni al polpaccio sono localizzate nel muscolo soleo<sup>45</sup>.</li> </ul>
<i>Prevalenza siti di lesione</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rispetto al muscolo soleo, la lesione della giunzione MT mediale prossimale è una delle più comuni (56% di tutti i casi)<sup>39</sup>.</li> <li>• Rispetto al capo mediale del gastrocnemio, circa <math>\frac{1}{2}</math> delle lesioni si verificano nell'aponeurosi del gastrocnemio (GA)<sup>48</sup>.</li> </ul>
<i>RTS</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circa il 48% delle lesioni muscolari al polpaccio è di grado moderato (assenza media 8-28 giorni)<sup>4</sup>.</li> <li>• Il tempo medio di assenza di una lesione primaria al polpaccio è di <math>14.7 \pm 14.4</math> giorni<sup>2</sup>.</li> <li>• Lesioni più severe e la presenza di grande quantità di fluido sono correlate a un tempo di recupero maggiore<sup>43</sup>.</li> <li>• Il RTS di una lesione del muscolo gastrocnemio è generalmente più breve rispetto ad una del muscolo soleo<sup>45</sup>.</li> <li>• Il RTS di una lesione del muscolo plantare trattata conservativamente è di circa 8 settimane; se trattata chirurgicamente circa <math>2.6 \pm 1.5</math> mesi.</li> <li>• Una lesione funzionale al polpaccio (primaria o recidiva) ha un RTS più breve rispetto ad una lesione strutturale (primaria o recidiva)<sup>4</sup>.</li> </ul>
<i>Recidive</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il 13% delle lesioni al polpaccio sono recidive<sup>2</sup> e solitamente si manifestano entro i primi due mesi dalla lesione primaria<sup>45</sup>.</li> <li>• Le recidive causano un tempo di assenza maggiore<sup>4</sup>.</li> </ul>

**Tabella X.** Sintesi delle evidenze sull'epidemiologia delle lesioni muscolari del polpaccio.

## 4.2 MECCANISMO LESIONALE

Il secondo quesito di ricerca ha invece come obiettivo quello di indagare il meccanismo lesionale che coinvolge i muscoli del polpaccio. Analizzando gli studi inclusi nella presente revisione emerge un comune accordo rispetto ai risultati.

Dallo studio di Green et al.<sup>45</sup> condotto sui giocatori australiani di football si evidenzia che circa la metà delle lesioni al polpaccio non è collegata ad un episodio traumatico, ma circa il 28.8% ha un'insorgenza graduale e il 17.1% avviene in maniera aspecifica. Come conferma anche lo studio di Fields et al.<sup>22</sup>, questa condizione si manifesta soprattutto nel soleo rispetto al gastrocnemio, ciò probabilmente è spiegato dalla natura e dalla funzione differente di questi due muscoli (posturale vs. dinamico).

Nelle altre situazioni dove invece c'è stato un trauma specifico, i meccanismi di lesione più frequenti sono stati: accelerazione, corsa costante, corsa ad alta intensità, decelerazione, rapido cambio di direzione<sup>45</sup>. Questo probabilmente succede perché, durante la fase di stance della corsa, il polpaccio genera una grande forza<sup>14,58</sup>. Durante una corsa a 6 m/s è stata infatti registrata una magnitudine di forza fino a 9.5 kN (o 12.5 volte il peso corporeo) da un trasduttore di forza impiantato chirurgicamente intorno al tendine d'Achille<sup>59</sup>.

Solitamente il muscolo soleo si lesiona durante una corsa costante, mentre il gastrocnemio durante una corsa ad alta intensità<sup>45</sup>. Anche qui è possibile darsi una spiegazione considerando le differenze del meccanismo funzionale (monoarticolare vs. biarticolare) e delle fibre muscolari tra i due muscoli (fibre lente vs. fibre veloci).

Le lesioni al polpaccio possono dunque verificarsi sia durante le attività legate alla corsa che durante le attività non legate alla corsa (insorgenza graduale, aspecifica, calcio, salto, atterraggio, altro), dove quest'ultime hanno un RTS significativamente più breve ( $33.4 \pm 21.6$  giorni vs.  $21.3 \pm 15.1$  giorni;  $p=0.001$ )<sup>45</sup>. Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che le lesioni legate alla corsa potrebbero creare un danno più esteso o colpire una porzione più critica per la funzione del distretto<sup>60,61</sup>. Anche negli hamstring è stato visto che una lesione muscolare avvenuta durante uno sprint rispetto ad una avvenuta con un meccanismo di over-stretch hanno prognosi differenti<sup>33,60</sup>.

Una lesione del muscolo del gastrocnemio, come spiegano gli studi di Kwak et al.<sup>36</sup>, Spina et al.<sup>26</sup>, Campbell et al.<sup>16</sup>, Fields et al.<sup>22</sup>, Bright et al.<sup>24</sup>, sembra essere causata da un allungamento del muscolo durante una contrazione eccentrica. Questo accade quando la caviglia è posta

passivamente in flessione dorsale e il ginocchio è esteso. Spesso il meccanismo di lesione avviene in maniera indiretta anche se il paziente potrebbe riferire di aver avuto la sensazione di essere stato colpito da qualcosa. Il meccanismo lesionale del muscolo plantare è molto simile a quello del gastrocnemio, mentre le lesioni del muscolo soleo accadono tipicamente a caviglia dorsiflessa e ginocchio flesso<sup>16,22,24,26,36</sup>. Le lesioni del muscolo soleo si verificano solitamente per overuse, come ad esempio durante una corsa in salita; talvolta possono comunque manifestarsi a seguito di un trauma acuto al termine di una lunga corsa o in runners affaticati per una corsa in salita<sup>22</sup>.

<b>Meccanismo lesionale lesioni muscolari del polpaccio</b>	
<i>Momento d'esordio (traumatico vs. atraumatico)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circa metà delle lesioni al polpaccio si verificano in assenza di un episodio traumatico (il 28% ha un'insorgenza graduale e il 17.1% avviene in maniera aspecifica)<sup>45</sup>.</li> <li>• Soprattutto le lesioni del muscolo soleo si verificano per overuse<sup>22</sup>.</li> </ul>
<i>Meccanismo traumatico</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nelle situazioni in cui c'è stato un trauma, l'infortunio può verificarsi nelle attività legate alla corsa (accelerazione, corsa, corsa ad alta intensità, decelerazione, rapido cambio di direzione) o nelle attività non legate alla corsa (calcio, salto, atterraggio, altro)<sup>45</sup>.</li> <li>• Le lesioni al polpaccio verificatesi nelle attività non legate alla corsa hanno un RTS più breve rispetto a quelle legate alla corsa<sup>45</sup>.</li> <li>• I muscoli del polpaccio si lesionano quando si verifica un allungamento del muscolo durante una contrazione eccentrica: per gastrocnemio e plantare quindi a caviglia dorsiflessa e ginocchio esteso, per il soleo a caviglia dorsiflessa e ginocchio flesso<sup>16,22,24,26,36</sup>.</li> <li>• Spesso il meccanismo di lesione avviene in maniera indiretta<sup>26</sup>.</li> </ul>

**Tabella XI.** Sintesi delle evidenze sul meccanismo lesionale delle lesioni muscolari del polpaccio.

### 4.3 VALUTAZIONE CLINICA

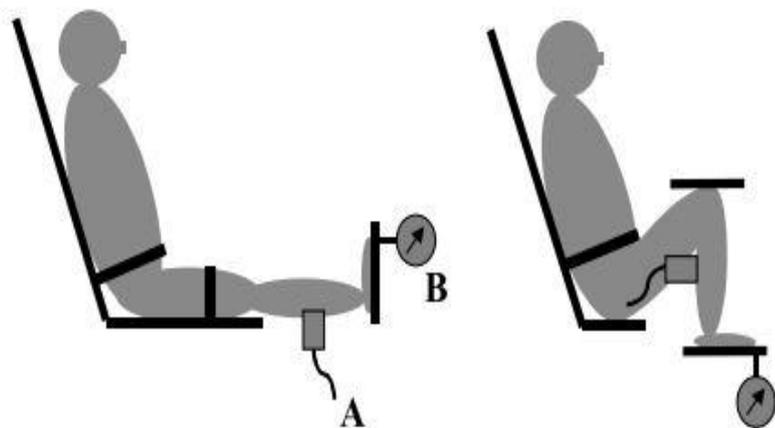
Il terzo quesito di ricerca ha lo scopo di analizzare gli studi presenti in letteratura che trattano della valutazione clinica delle lesioni muscolari al polpaccio. L'epidemiologia e la storia clinica possono essere già un primo aiuto per il clinico per formulare le ipotesi diagnostiche ed escludere patologie non di sua competenza.

Come è già stato riportato, la popolazione più soggetta a questo tipo di infortuni è rappresentata dai giovani sportivi anche se l'incidenza aumenta con l'avanzare dell'età<sup>2</sup>. La maggior parte dei pazienti va incontro a questo tipo di lesioni durante un'attività sportiva, alcuni possono però infortunarsi anche semplicemente durante un'attività quotidiana (salire le scale o incidenti comuni per la strada)<sup>38</sup>.

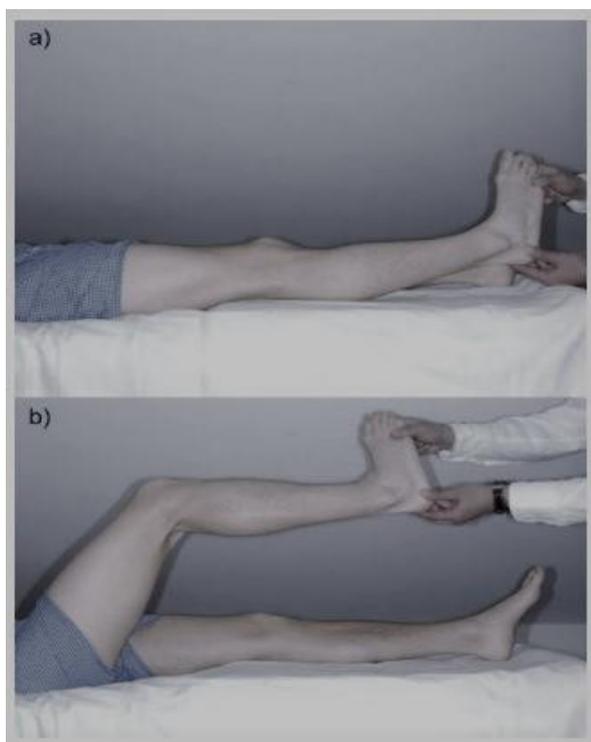
Come riportano gli studi di Kwak et al.<sup>36</sup>, Koulouris et al.<sup>37</sup>, Flecca et al.<sup>38</sup>, Brennan et al.<sup>13</sup>, Balias et al.<sup>40</sup>, Spina et al.<sup>26</sup>, Dixon et al.<sup>23</sup>, Campbell et al.<sup>16</sup>, Fields et al.<sup>22</sup>, il paziente con una lesione muscolare al polpaccio potrebbe raccontare di aver percepito un dolore acuto durante un'attività sportiva, localizzato nella porzione centrale del polpaccio, con associata una sensazione di schiocco/popping. Dai risultati emerge anche che il paziente potrebbe essere impossibilitato a camminare, oppure potrebbe camminare con dolore.

A seguito del trauma, oltre al dolore, il paziente potrebbe riportare gonfiore, ecchimosi e disabilità. Secondo Dixon et al.<sup>23</sup>, le lesioni del muscolo soleo hanno solitamente una presentazione clinica meno drammatica rispetto a quella del gastrocnemio: dolore e disabilità sono generalmente medie. Anche lo studio di Campbell et al.<sup>16</sup> riporta gli stessi risultati evidenziando come l'entità del dolore e del gonfiore delle lesioni nei muscoli soleo e plantare siano minori rispetto a quelle nel gastrocnemio. Probabilmente questo è giustificabile dal fatto che, come suggerisce anche Campbell et al.<sup>16</sup>, i muscoli soleo e plantare hanno una dimensione ridotta rispetto al gastrocnemio.

Nello studio di Dixon et al.<sup>23</sup> è risultato che per differenziare una lesione del muscolo soleo da una lesione del muscolo gastrocnemio è necessario posizionare il ginocchio rispettivamente in massima flessione o in massima estensione. Come conferma anche lo studio di Brennan et al.<sup>13</sup>, da questa posizione è poi possibile eseguire i test di allungamento o di forza per poter evidenziare quale dei due distretti è stato danneggiato.



**Figura 6.** Misurazione della forza isometrica a ginocchio esteso per il muscolo gastrocnemio (A) e a ginocchio flesso per il muscolo soleo (B). Tratto da “Bojsen-Moller J. et al. Differential displacement of the human soleus and medial gastrocnemius aponeuroses during isometric plantar flexor contractions in vivo. *J Appl Physiol* (1985). 2004 Nov; 97 (5): 1908-14”.



**Figura 7.** Test per la flessibilità muscolare dei muscoli gastrocnemio (A), eseguito a ginocchio esteso, e soleo (B) eseguito a ginocchio flesso. Tratto da “Monteagudo M. et al. Plantar fasciopathy: a current concepts review. *EFORT Open Rev.* 2018 Aug 29; 3 (8): 485-493”.

Lo studio di Dixon et al.<sup>23</sup> suggerisce inoltre l'utilizzo di altri test aggiuntivi come: il Thompson test, la misurazione della circonferenza del polpaccio e test funzionali (possono comprendere saltelli, corsa o salti con l'obiettivo di elicitare maggiormente disfunzioni dei muscoli del polpaccio).

Lo studio di Brennan et al.<sup>13</sup> ha invece lo scopo di indagare la correlazione tra la diagnosi clinica di lesione muscolare al polpaccio con i ritrovamenti all'MRI. La valutazione clinica condotta è costituita da una prima parte anamnestica dove vengono raccolte informazioni rispetto al meccanismo traumatico e ai sintomi riferiti. A questa segue poi un esame clinico costituito da palpazione, test di allungamento e test di contrazione statica e dinamica; questi dati sono in linea con i risultati emersi dagli altri studi di Kwak et al.<sup>36</sup>, Koulouris et al.<sup>37</sup>, Spina et al.<sup>26</sup>, Dixon et al.<sup>23</sup>, Campbell et al.<sup>16</sup>, Fields

et al.<sup>22</sup>. La correlazione tra la valutazione clinica e quella radiologica c'è stata nel 63.3% dei casi<sup>13</sup>. Ci sono state 4 lesioni al polpaccio diagnosticate radiologicamente che si sono presentate però asintomatiche clinicamente<sup>13</sup>. Inoltre, questi pazienti non hanno riportato sintomi al polpaccio né nel mese precedente alla valutazione né in quello successivo<sup>13</sup>. Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che la valutazione clinica riportata nello studio non abbia condotto un'anamnesi accurata o che i test impiegati non siano abbastanza sensibili.

Gli studi inclusi, infatti, per poter diagnosticare una lesione muscolare, necessitavano di una conferma all'imaging di un danno muscolare<sup>13,24,26,36-38,40</sup>. Le bioimmagini più utilizzate sono state US e MRI. La MRI, come riporta lo studio di Balius et al.<sup>40</sup>, è considerato il gold standard per identificare le lesioni muscolari. Questo studio ha infatti evidenziato i limiti degli US: rispetto alla MRI sono stati in grado di rilevare una lesione nel muscolo soleo soltanto nel 27.3% dei casi, rilevando più facilmente le lesioni MF posteriori rispetto alle altre ( $p=0.05$ )<sup>40</sup>. Questo potrebbe essere spiegato dalla posizione profonda in cui si trova il muscolo soleo e dalla difficoltà nel reperire informazioni con questo strumento. Gli US rimangono comunque una valida alternativa per identificare lesioni più superficiali in quanto poco costosi, non invasivi e facilmente somministrabili<sup>38</sup>.

Secondo lo studio di Flecca et al.<sup>38</sup> la vera utilità dell'imaging sta nella capacità di eseguire una diagnosi differenziale così da escludere la presenza di trombosi venosa profonda, cisti di backer o altro. Vengono utilizzate anche per identificare con precisione la localizzazione e la severità della lesione oltre che per monitorare la guarigione tissutale nel tempo. Nello studio di Pedret et al.<sup>41</sup>, ad esempio, è emerso dalle indagini alla MRI che, a seconda della localizzazione, una lesione del muscolo soleo richiede tempi di guarigione differenti. La giunzione miotendinea centrale distale si è dimostrata essere, tra tutte, quella con il tempo di recupero peggiore, al contrario della giunzione miotendinea laterale prossimale che aveva tempi di guarigione più veloci delle altre<sup>41</sup>. Altri studi condotti su altri gruppi muscolari (hamstring, retto femorale, muscolo gracile) hanno ottenuto risultati simili avvalorando l'ipotesi che una lesione muscolare localizzata nel tendine centrale o nella fascia porta ad una prognosi peggiore<sup>33,62-64</sup>. Questo può essere giustificato intuitivamente dal fatto che il tessuto tendineo guarisce più lentamente del tessuto muscolare. Sempre grazie allo studio con imaging, negli studi di Kwak et al.<sup>36</sup> e di Flecca et al.<sup>38</sup> è emerso che, nella maggior parte dei pazienti con una lesione muscolare, c'era una raccolta di fluido tra il capo mediale del gastrocnemio e il soleo. Lo spessore del fluido è risultato essere significativamente maggiore nelle

lesioni complete rispetto a quelle parziali ( $p < 0.01$ )<sup>36,38</sup> e a circa 6 mesi dalla lesione è possibile vedere il processo riparativo della lesione muscolare<sup>36,38</sup>.

Tuttavia, nello studio di Fields et al.<sup>22</sup> emerge che le bioimmagini solitamente non vengono richieste per le lesioni muscolari. Queste infatti non sono in grado di predire il RTP e il rischio di recidiva. L'utilizzo di classificazioni, con grading basato su MRI, non trova spazio in un contesto non professionistico o di ricerca. Inoltre, solo negli studi di Ekstrand et al.<sup>4</sup> si tiene conto delle lesioni funzionali, ovvero di questi sospetti clinici di lesione senza corrispondenza alla MRI<sup>1</sup>.

<b>Valutazione Clinica lesioni muscolari del polpaccio</b>	
<i>Anamnesi</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• È utile raccogliere informazioni sullo sport, sul livello e sul ruolo in quanto la richiesta funzionale può differire da un giocatore ad un altro e gli obiettivi del RTS saranno differenti. È necessario inoltre considerare il periodo di stagione poiché il paziente potrebbe essere in prossimità di gare o avere altri obiettivi, a seconda delle esigenze dell'atleta cambia la sua gestione.</li><li>• Rispetto ai sintomi, è necessario conoscere quali sintomi riferisce (WHAT), dove sono localizzati (WHERE) e quando sono insorti (WHEN). Solitamente il paziente riferisce di aver percepito un dolore acuto durante un'attività sportiva localizzato nella porzione centrale del polpaccio. Potrebbe riferire anche una sensazione di schiocco/popping sound<sup>13,16,22,23,26,36-38,40</sup> (potrebbe trattarsi di una lesione totale dei tendini, in tal caso è necessario fare referral ad uno specialista che indagherà l'entità del danno).</li><li>• La lesione può avvenire in modo atraumatico o traumatico. Se traumatico può avvenire in modo diretto o indiretto, rispetto ad un'attività legata alla corsa o non legata alla corsa<sup>45</sup>.</li><li>• A seguito del trauma il paziente potrebbe riferire dolore, gonfiore, ecchimosi e disabilità. Solitamente una lesione del muscolo soleo o del muscolo plantare hanno una presentazione clinica meno drammatica di una lesione del muscolo gastrocnemio<sup>23</sup>.</li><li>• Conoscere se l'infortunio è un primo episodio o una recidiva può darci informazioni rispetto al RTS. Le lesioni recidive funzionali recuperano in</li></ul>

	<p>media un tempo di circa 40% in più rispetto al primo episodio, mentre le strutturali circa il 20% in più<sup>4</sup>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dopo l'episodio è necessario sapere come è stato trattato il paziente, se ha eseguito una riabilitazione precoce o se è stato immobilizzato a lungo. Una prolungata immobilizzazione infatti porta ad una prognosi di recupero peggiore e tempi di RTS più lunghi<sup>65</sup>.</li> </ul>
<p><i>Esame Obiettivo</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ispezione: il paziente potrebbe presentarsi con zoppia e difficoltà al carico<sup>16</sup>. È necessario valutare la massa muscolare del polpaccio e confrontarla con il controlaterale, valutare l'eventuale presenza di gonfiore (è possibile eseguire una misurazione della circonferenza del polpaccio<sup>23</sup>) o ematoma (è necessario essere cauti poiché potrebbe essere indicativo di una lesione totale, che necessita quindi di referral).</li> <li>• Palpazione: effettuata lungo l'intera lunghezza muscolare e l'aponeurosi<sup>23</sup>. Serve per analizzare la consistenza, il gonfiore, l'ispessimento, un avvallamento o la presenza di una massa<sup>23</sup>. Una lesione del muscolo gastrocnemio solitamente presenta tensione nel capo mediale o nella giunzione miotendinea mentre nelle lesioni del muscolo soleo il dolore è spesso laterale<sup>23</sup>. Nel muscolo plantare si ricerca invece la presenza di dolore lungo il bordo mediale del tendine d'Achille<sup>42</sup>. La lunghezza del dolore alla palpazione dovrebbe progressivamente normalizzarsi durante il periodo di riabilitazione<sup>66</sup>.</li> <li>• Test di estensibilità: la lunghezza muscolare di gastrocnemio e plantare si testa a ginocchio esteso e caviglia dorsiflessa, mentre la flessibilità del muscolo soleo si differenzia posizionando il ginocchio in flessione e la caviglia in flessione dorsale (<b>Figura 7</b>)<sup>23</sup>. Questo risulta positivo per evocazione del dolore familiare al paziente e limitazione del ROM di caviglia rispetto al controlaterale.</li> <li>• Test di forza: serve per avere un confronto con il lato non lesionato. È utile oggettivare le misurazioni con un dinamometro o un macchinario isocinetico. La forza del muscolo gastrocnemio e plantare si misura posizionando il ginocchio in estensione e richiedendo una flessione plantare di caviglia. La forza del muscolo soleo si differenzia dalla prima poiché in questo caso il ginocchio viene tenuto in flessione (<b>Figura 6</b>)<sup>23</sup>. Il</li> </ul>

	<p>test è positivo per evocazione del dolore familiare al paziente e per deficit di forza rispetto al controlaterale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test funzionali: possono includere il cammino, la corsa, calf raises, saltelli, salti. Sono utili in quanto potrebbero elicitarne maggiormente una disfunzione del muscolo polpaccio<sup>23</sup>.</li> <li>• Thompson test: risulta utile per escludere la presenza di una rottura del tendine d'Achille. Il test risulta positivo se, strizzando il polpaccio, non si vede una flessione plantare di caviglia<sup>67</sup>.</li> </ul>
<i>Imaging</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'MRI tra le tecniche di imaging diagnostica è considerato il gold standard per identificare le lesioni muscolari<sup>40</sup>. Gli US infatti presentano dei limiti in quanto riescono ad individuare solo le lesioni più superficiali. Ad esempio, nelle lesioni del muscolo soleo, riescono ad individuare più facilmente quelle che si presentano a livello miofasciale posteriore<sup>40</sup>.</li> <li>• Sono utili nel momento in cui si sospetta la presenza di una patologia di competenza non fisioterapica (trombosi venosa profonda, cisti di Baker o altro)<sup>38</sup>.</li> <li>• In un contesto professionistico o di ricerca possono essere utili anche per identificare con precisione la localizzazione/severità della lesione e per monitorare la guarigione tissutale nel tempo. Una lesione localizzata nel tendine o nella fascia ha una prognosi peggiore<sup>48</sup>. Una maggior raccolta di fluido tra il capo mediale del gastrocnemio e il soleo è più indicativa di una lesione completa rispetto ad una parziale; a circa 6 mesi dalla lesione è possibile vedere il processo riparativo<sup>36,38</sup>.</li> <li>• Tuttavia, l'utilizzo di classificazioni, con grading basato su MRI, non trova spazio in un contesto non professionistico e non rilevarebbero la presenza delle lesioni funzionali<sup>4</sup>. Anamnesi ed esame obiettivo rimangono gli strumenti più efficienti per i professionisti sanitari.</li> </ul>

**Tabella XII.** Sintesi delle evidenze sulla valutazione clinica delle lesioni muscolari del polpaccio.

## 4.4 TRATTAMENTO

Nel quarto quesito di ricerca lo scopo è stato quello di raccogliere ed esaminare gli articoli che riportassero informazioni rispetto al trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio. Gli studi inclusi sono piuttosto eterogenei rispetto al gruppo muscolare analizzato (soleo, gastrocnemio o plantare), alle caratteristiche del campione, agli outcome considerati e al trattamento proposto.

Lo studio di Kwak et al.<sup>25</sup> è un Prospective Controlled Trial, ovvero uno studio controllato dove non è stata fatta una randomizzazione tra il gruppo sperimentale ed il gruppo controllo. Non è ben specificato nella sezione dei “materiali e metodi”, ma sembra che sia stato utilizzato un criterio temporale: i primi 15 pazienti sono stati assegnati al gruppo controllo (trattamento conservativo), i successivi 15 al gruppo studio (trattamento compressivo). Entrambi i gruppi hanno seguito lo stesso protocollo di trattamento, con la differenza che il gruppo studio è stato trattato con bende elastiche per 2-4 settimane mentre il gruppo controllo ha usato, per lo stesso periodo di tempo, un tutore in neoprene. La valutazione è stata fatta con l’uso degli US probabilmente poiché è un intervento facile da fare, rapido, senza dolore e non espone a radiazioni ionizzanti<sup>38</sup>. I risultati di questo studio sono a favore del trattamento compressivo in quanto l’accumulo di fluido si è ridotto significativamente dopo 1 mese nel gruppo studio vs. il gruppo controllo. Inoltre, anche la prima unione tra il muscolo soleo e gastrocnemio è stata vista più rapidamente nel gruppo studio. Secondo gli autori questo può essere dato dal fatto che il trattamento compressivo diminuisce l’emorragia tra i due muscoli. Anche il tempo di guarigione clinica (camminare senza dolore) è stato significativamente più rapido nel gruppo studio, probabilmente per via di un’unione più rapida tra i due muscoli. Tuttavia, i risultati ottenuti da questo studio non assumono una grande rilevanza in quanto il campione incluso è molto piccolo e non sono stati rilevati altri studi che consigliassero l’utilizzo del trattamento compressivo.

Lo studio di Borrione et al.<sup>44</sup> è uno studio retrospettivo osservazionale. Anche in questo caso il campione incluso nello studio presentava una lesione del capo mediale del gastrocnemio; tuttavia, il trattamento proposto è stato differente. Dai risultati emersi da questo studio sembra che l’utilizzo della PRP riduca significativamente il tempo di ricovero in quanto il gruppo studio ha ripreso a camminare senza dolore e l’attività sportiva in un tempo significativamente più breve rispetto al gruppo controllo. Questo è dimostrato anche dal fatto che l’intensità del dolore del gruppo studio si era ridotta in modo significativo rispetto al gruppo controllo già dopo la prima settimana, consentendo ai soggetti di passare alle fasi successive del trattamento più precocemente. L’applicazione del PRP ha come obiettivo quello di aumentare la proliferazione cellulare, la

differenziazione delle cellule satelliti e la sintesi di fattori angiogenici<sup>68-71</sup>. Inoltre, sembra che il PRP sia in grado di modificare la fase infiammatoria modulando la secrezione e il reclutamento delle cellule infiammatorie (come leucociti e monociti) nel sito di lesione<sup>72</sup>. Tuttavia, dalla letteratura è emerso che l'applicazione di PRP nella pratica clinica per le lesioni muscolari non trova giustificazione in quanto non sembra essere efficace. Nella Revisione sistematica e Metanalisi di Grassi et al.<sup>73</sup> si evidenzia come l'utilizzo di PRP nelle lesioni muscolari acute non garantisce effetti migliori per RTP, recidive, funzione e dolore. I risultati dello studio di Borrione et al.<sup>44</sup> sembrano essere giustificati dal fatto che il gruppo studio ha iniziato il trattamento in un tempo significativamente più breve rispetto al gruppo controllo ( $9 \pm 3.8$  giorni vs.  $17 \pm 7.2$  giorni;  $p = 0.0001$ ). Come riporta anche lo studio di Bayer et al.<sup>65</sup>, infatti, iniziare la riabilitazione più precocemente consente un RTP più rapido, mentre una prolungata immobilizzazione danneggerebbe sia il tessuto muscolare che quello tendineo<sup>74,75</sup>.

Nello studio RCT di De la Cruz Torres et al.<sup>47</sup> il campione incluso questa volta riguarda solo ballerini classici con una lesione del tendine centrale del muscolo soleo. I risultati emersi dimostrano come la combinazione di US-Guided PNE con esercizio eccentrico porta ad outcome significativamente migliori rispetto all'uso dei due trattamenti impiegati singolarmente. Sebbene infatti tutti e tre i gruppi abbiano riportato un miglioramento significativo degli outcome rispetto alla baseline (NRS, ROM, heel rise test, dance performance), il gruppo combinato ha mostrato una percentuale di cambiamento più alta rispetto agli altri gruppi. Sono stati ritrovati in letteratura altri studi che dimostravano l'efficacia dell'associazione di PNE ad un programma di esercizi attivi. Tra questi ci sono stati lo studio di Jimenez-Rubio et al.<sup>76</sup> che aveva come campione dei giocatori di calcio con una lesione muscolare agli hamstring, lo studio di Moreno et al.<sup>77</sup> che indagava l'approccio combinato nei giocatori di calcio con entesopatia dell'adduttore lungo e gli studi Abat et al.<sup>78,79</sup> che valutavano questo genere di trattamento nelle tendinopatie patellari. Non sono stati dunque trovati altri studi che avessero come target il trattamento del muscolo soleo che potessero avvalorare o dare pareri contrastanti rispetto all'utilizzo di questa tecnica anche in altri ambienti sportivi diversi dalla danza.

Nella revisione sistematica di Ishoi et al.<sup>46</sup> del 2020 era emerso che la letteratura non disponesse di molti articoli rispetto al trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio. Gli unici studi che era riuscito ad includere erano 2 case-series (Millar et al.<sup>80</sup> 1979; Pedret et al.<sup>41</sup> 2015) e 1 retrospettivo osservazionale (Borrione et al.<sup>44</sup> 2018) dai quali si è visto che, evidenze di bassa qualità, suggeriscono

l'uso di un trattamento multimodale (trattamento passivo ed esercizi progressivi) con un tempo di trattamento medio di 9 giorni ed un rischio di recidiva ad 1 anno del 6.8%.

Le review incluse nella revisione narrativa (Spina et al.<sup>26</sup>, Dixon et al.<sup>23</sup>, Campbell et al.<sup>16</sup>, Field et al.<sup>22</sup>) sono concordi nel sostenere che il trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio debba rispettare le fasi di guarigione tissutale. Risulta che nella fase acuta è necessario seguire il protocollo PRICE (protezione, riposo, ghiaccio, compressione ed elevazione). Nello specifico, la review di Spina et al.<sup>26</sup>, incentrata sul trattamento del muscolo plantare, dà informazioni in più rispetto alla posizione di riposo in cui deve essere mantenuto il muscolo lesionato. Risulta infatti che una posizione di riposo in allungamento è preferibile ad una posizione in accorciamento in quanto eviterebbe una riduzione della lunghezza muscolare a riposo, una diminuzione della forza e della capacità di assorbire energia, oltre che ad una perdita di peso dell'unità miotendinea<sup>81,82</sup>. Dopo i primi 3-5 giorni della fase acuta, gli studi inclusi sono concordi nel sostenere che è necessario iniziare una mobilizzazione precoce per favorire una ricrescita più rapida dei capillari, una migliore rigenerazione delle fibre muscolari ed un loro orientamento fisiologico ottimale. Nello studio di Dixon et al.<sup>23</sup>, confermato anche dallo studio Jarvinen et al.<sup>7</sup>, emerge che dopo 10 giorni il tessuto cicatriziale ha la stessa forza tensile del muscolo adiacente quindi si può lavorare sull'incremento della forza in modo progressivo, magari iniziando con un esercizio aerobico. Come suggerisce il case series di Pedret et al.<sup>41</sup> a 3-7 giorni dalla lesione si potrebbero proporre esercizi isometrici, stretching attivo e attività aerobica; a 7-14 giorni esercizi concentrici, stretching attivo e treadmill; a 14-21 giorni esercizi eccentrici ed esercizi sul campo da gioco.

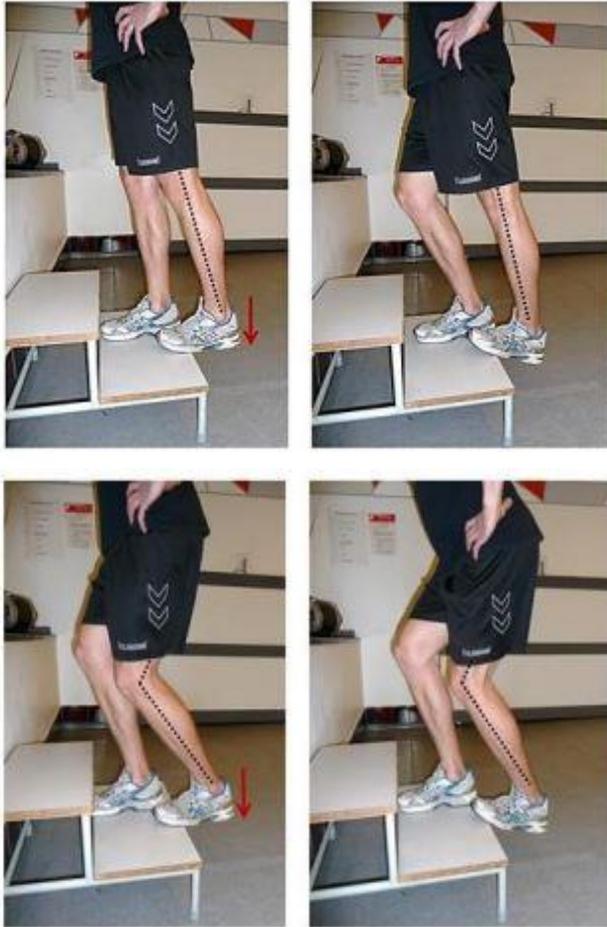
Gli articoli riguardanti il trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio sono pochi, presentano parecchi difetti metodologici e non sono quindi sufficienti per poter trarre conclusioni soddisfacenti. Non esiste infatti nessuna forte evidenza a supporto di nessuna strategia terapeutica (compressione con bende elastiche, PRP o US-guided PNE) e risulta quindi impossibile dare indicazioni su quale sia il miglior trattamento.

### **Trattamento lesioni muscolari del polpaccio**

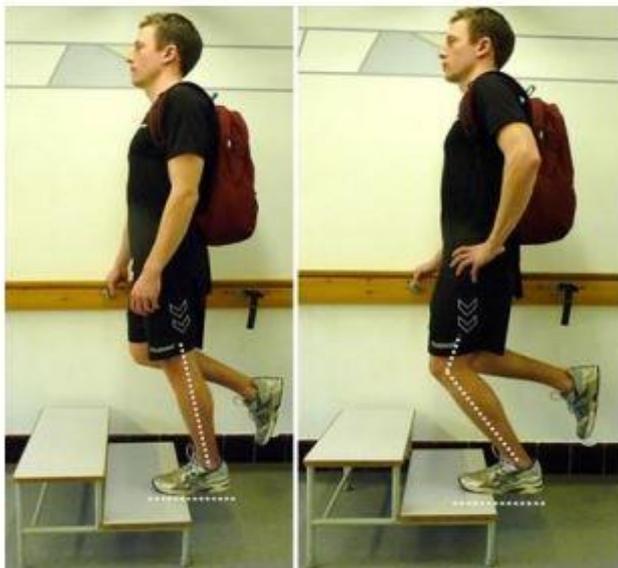
<p><i>Gestione della fase acuta (0-3 giorni)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'obiettivo della fase iniziale è quello di proteggere le strutture da ulteriori traumi, vista la ridotta capacità di carico. Una delle priorità in questa fase è quella di limitare il sanguinamento ed il gonfiore. Il protocollo PRICE (Protection, Rest, Ice, Compression, Elevation) dovrebbe essere messo in pratica fin da subito dopo il trauma<sup>16,22,23,26</sup>. Nello specifico, la posizione di riposo muscolare dovrebbe essere in leggero allungamento delle fibre o in posizione intermedia<sup>26</sup>. Il ghiaccio (negli studi condotti su animali) sembra invece ridurre l'ampiezza dell'ematoma, il processo infiammatorio, la necrosi e incentivare la rigenerazione<sup>83-85</sup>; è consigliabile utilizzarlo fino a 6 ore dal trauma<sup>84</sup>. Anche la compressione sembra essere utile nelle primissime fasi per limitare il sanguinamento<sup>25</sup>.</li></ul>
<p><i>Progressione Riabilitazione</i></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Superata la fase iniziale, la riabilitazione deve iniziare il più precocemente possibile<sup>65</sup>.</li><li>• Dopo 10 giorni, il tessuto cicatriziale ha la stessa forza tensile del muscolo adiacente dunque è possibile lavorare sull'incremento della forza in modo progressivo<sup>7</sup>.</li><li>• Per favorire la vascolarizzazione si potrebbero inserire da subito esercizi aerobici (cyclette, nuoto, ecc.) o anche esercizi di forza in quanto le fibre si orientano a seconda del carico a cui vengono sottoposte<sup>7</sup>.</li><li>• Lo stretching può essere applicato in maniera statica e dinamica in assenza di dolore con l'obiettivo di attivare le cellule del tessuto muscolare-connettivo creando un piccolo stress funzionale al recupero<sup>86</sup> (<b>Figura 8</b>).</li><li>• È possibile proporre esercizi isometrici del gruppo muscolare lesionato gradualmente in posizione di allungamento e con un progressivo aumento della resistenza e della durata. L'obiettivo dell'esercizio è di caricare il tessuto muscolo-tendineo senza modificare la lunghezza muscolare stimolando quindi la sintesi cellulare<sup>86</sup> (<b>Figura 9</b>).</li><li>• Sin dalle prime fasi possono essere consigliate contrazioni concentriche-eccentriche sottosoglia fino ad arrivare a contrazioni eccentriche massimali, eseguite in tutto il ROM consentito e aumentando progressivamente il carico (<b>Figura 10, Figura 12</b>).</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Come è stato dimostrato in altri distretti muscolari, infatti, un protocollo riabilitativo basato sull'esercizio eccentrico ha un RTS più breve rispetto ad un programma convenzionale (stretching e rinforzo)<sup>87</sup>. L'esercizio eccentrico può dunque essere inserito fin dai primi giorni se <i>pain-free</i> o con una NRS <math>\leq 4</math> (<b>Figura 11, Figura 12</b>).</li> <li>• In seguito, possono essere inseriti anche esercizi funzionali come sprint e salti (<b>Figura 13</b>) andando poi a rendere il programma riabilitativo sempre più specifico rispetto all'attività sportiva praticata dal paziente.</li> <li>• L'allenamento in restrizione di perfusione sanguigna "Blood Flow Restriction Training" (BFR) induce un maggior adattamento ipertrofico a parità di stress meccanico (carico)<sup>88-90</sup>.</li> <li>• La scelta dell'esercizio deve basarsi, a seconda del muscolo colpito, anche sull'attività sportiva e sul ruolo dell'atleta.</li> </ul>
<i>Farmaci e Terapie Fisiche</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I FANS potrebbero essere utili per ridurre la reazione infiammatoria cellulare<sup>91</sup>, mentre il cortisone potrebbe ritardare l'eliminazione dell'ematoma causando necrosi del tessuto muscolare<sup>92</sup>.</li> <li>• Gli US sembrano non essere efficaci nel trattamento delle lesioni muscolari<sup>93-95</sup>.</li> </ul>

**Tabella XIII.** Sintesi delle evidenze sul trattamento delle lesioni muscolari del polpaccio.



**Figura 8.** Stretching con il ginocchio esteso per allungare le fibre muscolari del muscolo gastrocnemio e plantare (prime due immagini in alto). Stretching con il ginocchio flesso per allungare le fibre muscolari del muscolo soleo (ultime due immagini in basso). Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.



**Figura 9.** Esercizio isometrico per il polpaccio con il ginocchio esteso (sinistra) e flesso (destra) per reclutare rispettivamente i muscoli gastrocnemio-plantare e soleo. La progressione dell’esercizio si basa sull’aumento del carico e della durata. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.



**Figura 10.** Calf raises con il ginocchio esteso per reclutare i muscoli gastrocnemio e plantare. Per reclutare selettivamente il muscolo soleo è necessario svolgere l'esercizio a ginocchio flesso (non mostrato in figura). La progressione dell'esercizio si basa sull'aumento della resistenza. Come mostrato, entrambi gli arti inferiori eseguono la fase concentrica ed eccentrica. Tratto da "Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1".



**Figura 11.** Calf raises con ginocchio flesso per reclutare selettivamente il muscolo soleo. Per reclutare i muscoli gastrocnemio-plantare è necessario svolgere l'esercizio a ginocchio esteso (non mostrato in figura). La progressione dell'esercizio si basa sull'aumento della resistenza. Per fare un lavoro con focus sulla fase eccentrica entrambi gli arti eseguono la fase concentrica, mentre la fase eccentrica viene eseguita in monopodolica solo sull'arto affetto. Tratto da "Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1".



**Figura 12.** I calf raises mostrati nella Figura 10 e Figura 11 possono essere eseguiti in tre diverse posizioni del piede: neutra (immagine a sinistra), orientati all'interno (immagine centrale), orientati all'esterno (immagine a destra). Tratto da "Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1".



**Figura 13.** Salti esplosivi con le ginocchia estese. La progressione dell'esercizio si basa sull'aumento dell'altezza del salto e sul numero di ripetizioni. Tratto da "Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1".

#### **4.5 PUNTI DI FORZA E LIMITI DELLO STUDIO**

Il punto di forza di questa revisione narrativa è costituito dalla scelta delle numerose banche dati e dalla stesura di diverse stringhe di ricerca che hanno garantito l'analisi di un ampio numero di studi scientifici. I principali limiti dello studio riguardano la scarsità degli articoli presenti in letteratura che analizzano i quesiti di partenza. Vista la scarsità di articoli reperiti in letteratura che analizzano i quesiti della revisione, sono stati inclusi studi di qualità da bassa a moderata. Un ulteriore limite è rappresentato dalle piccole dimensioni del campione di diversi studi, ciò riduce la probabilità di trovare differenze significative e allo stesso tempo la probabilità che qualsiasi risultato significativo trovato rifletta un effetto reale. Rispetto agli studi inclusi, non vi è omogeneità sia rispetto al campione (caratteristiche, sport praticato), sia rispetto agli outcome analizzati che rispetto ai trattamenti erogati. Questo ha contribuito a rendere più difficile il confronto tra i vari risultati ottenuti e le varie metodiche utilizzate. Sono presenti inoltre alcune limitazioni metodologiche nella conduzione del lavoro di revisione, dovute alla presenza di un solo revisore. Inoltre, nella revisione sono stati inclusi sono studi in lingua inglese o italiana.

## 5. CONCLUSIONE

Con la presente revisione narrativa sono state raccolte informazioni dalla letteratura scientifica rispetto alle lesioni muscolari del polpaccio analizzando nel dettaglio gli ambiti inerenti all'epidemiologia, al meccanismo lesionale, alla valutazione clinica e al trattamento. Dall'analisi della letteratura si evince che c'è una lacuna di evidenze riguardo all'argomento e una scarsa metodologia degli studi.

Gli articoli raccolti analizzano prevalentemente gli atleti professionisti e gli sport più studiati sono il calcio, il baseball, il football e l'atletica leggera. Dai dati epidemiologici sui calciatori professionisti emerge che le lesioni muscolari al polpaccio rappresentano un problema piuttosto diffuso in quanto il 92% di tutte le lesioni colpiscono i 4 gruppi muscolari degli arti inferiori, tra cui il polpaccio<sup>2</sup>. Nei calciatori, le lesioni muscolari al polpaccio hanno un'incidenza di 0.31/1000 ore di esposizione<sup>2</sup>. Lo sport praticato, il livello, il ruolo e l'età degli atleti possono aumentare o meno l'incidenza delle lesioni muscolari al polpaccio. La prevalenza aumenta infatti nelle partite<sup>2</sup>, nei giocatori di calcio con età maggiore di 30 anni<sup>2</sup>, nei difensori di calcio<sup>43</sup>, nella difesa interna del baseball<sup>20</sup>, negli sprinters e negli atleti di endurance<sup>42</sup>. I siti di lesione più colpiti sono la giunzione miotendinea del capo mediale del gastrocnemio<sup>48</sup> e la giunzione miotendinea mediale prossimale del soleo<sup>39</sup>, mentre le lesioni al muscolo plantare sono meno diffuse e studiate. Le lesioni muscolari al polpaccio rappresentano un serio problema per le società, i clubs e gli atleti in quanto nei calciatori professionisti causano un tempo di assenza di 8-28 giorni<sup>4</sup> con un rischio di recidiva del 13%<sup>2</sup>.

La lesione muscolare può verificarsi sia in modo traumatico che atraumatico, con un meccanismo diretto o indiretto. I muscoli biarticolari gastrocnemio e plantare si lesionano solitamente durante una contrazione eccentrica del muscolo a ginocchio esteso e caviglia dorsiflessa. Il muscolo soleo, invece, durante una contrazione eccentrica del muscolo a ginocchio flesso e caviglia dorsiflessa.

Attualmente la letteratura non dispone di dati riguardo l'affidabilità dei test clinici utilizzati per valutare clinicamente una lesione muscolare al polpaccio. La maggior parte degli articoli presenti si affidano ai risultati dell'imaging, sebbene queste non trovino spazio in un contesto non professionistico o di ricerca e non siano in grado di rilevare la presenza delle lesioni funzionali. Si consiglia dunque di condurre un'anamnesi approfondita facendo riferimento ai dati epidemiologici, alla storia clinica del paziente e al meccanismo lesionale riferito. I test clinici proposti, per confermare l'ipotesi diagnostica di lesione muscolare, sono: palpazione, test di estensibilità, test di

forza, test funzionali. Per differenziare i muscoli gastrocnemio-plantare dal muscolo soleo è necessario posizionare il ginocchio in estensione o flessione per valutare rispettivamente i muscoli biarticolari o quello monoarticolare.

Rispetto al trattamento delle lesioni muscolari al polpaccio, in letteratura ci sono pochissimi articoli di bassa qualità. Si consiglia dunque di fare affidamento agli studi che analizzano la gestione delle lesioni muscolari dell'arto inferiore dove emerge che un trattamento conservativo precoce, basato sull'esercizio eccentrico, presenta un RTS più rapido. Inoltre, l'allenamento in restrizione di perfusione sanguigna "Blood Flow Restriction Training" (BFR) induce un maggior adattamento ipertrofico a parità di stress meccanico (carico).

Si ritiene opportuno attendere che ricerche future migliorino la metodologia di conduzione degli studi al fine di trarre conclusioni più rilevanti rispetto all'affidabilità dei test clinici utilizzati e al tipo di trattamento da utilizzare.

## BIBLIOGRAFIA

1. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. *Br J Sports Med.* 2013;47(6):342–50.
2. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226–32.
3. Noonan TJ, Garrett WE. Muscle strain injury: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999;7(4):262–9.
4. Ekstrand J, Krutsch W, Spreco A, Van Zoest W, Roberts C, Meyer T, et al. 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(7):421–6.
5. Lopez V, Galano GJ, Black CM, Gupta AT, James DE, Kelleher KM, et al. Profile of an American Amateur Rugby Union Sevens Series. *Am J Sports Med.* 2012;40(1):179–84.
6. Feeley BT, Kennelly S, Barnes RP, et al. Epidemiology of National Football League Training Camp Injuries From 1998 to 2007. *Am J Sport Med.* 2008;36(8):1597–603.
7. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: Biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005;33(5):745–64.
8. Anderson K, Strickland SM, Warren R. Hip and groin injuries in athletes. *Am J Sports Med.* 2001;29(4):521–33.
9. Abe T, Fukashiro S, Harada Y, Kawamoto K. Relationship between sprint performance and muscle fascicle length in female sprinters. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2001;20(2):141–7.
10. Abe T, Kumagai K, Brechue WF. Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. *Med Sci Sport Exerc.* 2000;32(6):1125–9.
11. Orchard JW, Seward H, Orchard JJ. Results of 2 decades of injury surveillance and public release of data in the Australian Football League. *Am J Sports Med.* 2013;41(4):734–41.
12. Prakash A, Entwisle T, Schneider M, Brukner P, Connell D. Connective tissue injury in calf muscle tears and return to play: MRI correlation. *Br J Sports Med.* 2018;52(14):929–33.

13. Brennan JH, Bell C, Brooks K, Roebert JK, O'Shea T, Rotstein AH. Correlating clinical assessment and MRI findings in diagnosing calf injuries in elite male Australian rules footballers. *Skeletal Radiol.* 2020;49(4):563–70.
14. Dorn TW, Schache AG, Pandy MG. Muscular strategy shift in human running: Dependence of running speed on hip and ankle muscle performance. *J Exp Biol.* 2012;215(11):1944–56.
15. Green B, Pizzari T. Calf muscle strain injuries in sport: A systematic review of risk factors for injury. *Br J Sports Med.* 2017;51(16):1189–94.
16. Campbell JT. Posterior Calf Injury. *Foot Ankle Clin.* 2009;14(4):761–71.
17. Orchard JW. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *Am J Sports Med.* 2001; 29 (3): 300-3.
18. Bengtsson H, Ekstrand J HM. Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sport Med.* 2013;47(12):743–7.
19. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: The UEFA injury study. *Am J Sports Med.* 2013;41(2):327–35.
20. Hultman K, Szukics PF, Grzenda A, Curriero FC, Cohen SB. Gastrocnemius Injuries in Professional Baseball Players: An Epidemiological Study. *Am J Sports Med.* 2020;48(10):2489–98.
21. Waterworth G, Wein S, Gorelik A, Rotstein AH. MRI assessment of calf injuries in Australian Football League players: findings that influence return to play. *Skeletal Radiol.* 2017;46(3):343–50.
22. Fields KB, Rigby MD. Muscular calf injuries in runners. *Curr Sports Med Rep.* 2016;15(5):320–4.
23. Dixon JB. Gastrocnemius vs. soleus strain: How to differentiate and deal with calf muscle injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2009;2(2):74–7.
24. Bright JM, Fields KB, Draper R. Ultrasound Diagnosis of Calf Injuries. *Sports Health.* 2017;9(4):352–5.
25. Kwak HS, Lee KB, Han YM. Ruptures of the medial head of the gastrocnemius (“tennis leg”): Clinical outcome and compression effect. *Clin Imaging.* 2006;30(1):48–53.

26. Spina AA. The plantaris muscle: anatomy, injury, imaging, and treatment. *J Can Chiropr Assoc.* 2007;51(3):158–65.
27. Mallo J, Dellal A. Injury risk in professional football players with special reference to the playing position and training periodization. *J Sport Med Phys Fit.* 2012;52(6):631–8.
28. Takebayashi S, Takasawa H, Banzai Y, Miki H, Sasaki R, Itoh Y, et al. Sonographic findings in muscle strain injury: Clinical and MR imaging correlation. *J Ultrasound Med.* 1995;14(12):899–905.
29. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol.* 2002;12(1):35–43.
30. Stoller D. MRI in orthopaedics and sports medicine. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott/Williams & Wilkins; 2007.
31. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 1997;25(1):81–5.
32. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* 2006;34(8):1297–306.
33. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, et al. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sport Med.* 2007;35(2):197–206.
34. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):853–64.
35. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71.
36. Kwak HS, Han YM, Lee SY, Kim KN, Gyung HC. Diagnosis and follow-up US evaluation of ruptures of the medial head of the gastrocnemius (“Tennis Leg”). *Korean J Radiol.* 2006;7(3):193–8.
37. Koulouris G, Ting AYI, Jhamb A, Connell D, Kavanagh EC. Magnetic resonance imaging findings of injuries to the calf muscle complex. *Skeletal Radiol.* 2007;36(10):921–7.
38. Flecca D, Tomei A, Ravazzolo N, Martinelli M, Giovagnorio F. US evaluation and diagnosis of rupture of the medial head of the gastrocnemius (tennis leg). *J Ultrasound.* 2007;10(4):194–8.

39. Balius R, Alomar X, Rodas G, Miguel-Pérez M, Pedret C, Dobado MC, et al. The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution. *Skeletal Radiol.* 2013;42(4):521–30.
40. Balius R, Rodas G, Pedret C, Capdevila L, Alomar X, Bong DA. Soleus muscle injury: sensitivity of ultrasound patterns. *Skeletal Radiol.* 2014;43(6):805–12.
41. Pedret C, Rodas G, Balius R, Capdevila L, Bossy M, Vernooij RWM, et al. Return to Play After Soleus Muscle Injuries. *Orthop J Sport Med.* 2015;3(7):5–9.
42. Pollock N, Dijkstra P, Calder J, Chakraverty R. Plantaris injuries in elite UK track and field athletes over a 4-year period: a retrospective cohort study. *Knee Surgery Sport Traumatol Arthrosc.* 2016; 24 (7): 2287–92.
43. Werner BC, Belkin NS, Kennelly S, Weiss L, Barnes RP, Potter HG, et al. Acute Gastrocnemius-Soleus Complex Injuries in National Football League Athletes. *Orthop J Sport Med.* 2017;5(1):1–6.
44. Borrione P, Fossati C, Pereira MT, Giannini S, Davico M, Minganti C, et al. The use of platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of gastrocnemius strains: a retrospective observational study. *Platelets.* 2018;29(6):596–601.
45. Green B, Lin M, Schache AG, McClelland JA, Semciw AI, Rotstein A, et al. Calf muscle strain injuries in elite Australian Football players: A descriptive epidemiological evaluation. *Scand J Med Sci Sport.* 2020;30(1):174–84.
46. Ishøi L, Krommes K, Husted RS, Juhl CB, Thorborg K. Diagnosis, prevention and treatment of common lower extremity muscle injuries in sport-grading the evidence: A statement paper commissioned by the Danish Society of Sports Physical Therapy (DSSF). *Br J Sports Med.* 2020 Sep;54(18):1116-1117.
47. De-La-Cruz-Torres B, Barrera-García-Martín I, Valera-Garrido F, Minaya-Munõz F, Romero-Morales C. Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Electrolysis in Dancers with Chronic Soleus Injury: A Randomized Clinical Trial. *Evidence-based Complement Altern Med.* 2020;2020.
48. Pedret C, Balius R, Blasi M, Dávila F, Aramendi JF, Masci L, et al. Ultrasound classification of medial gastrocnemius injuries. *Scand J Med Sci Sport.* 2020;30(12):2456–65.

49. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):553–8.
50. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Hölmich P. Acute hamstring injuries in Danish elite football: A 12-month prospective registration study among 374 players. *Scand J Med Sci Sport.* 2010;20(4):588–92.
51. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(2):111–27.
52. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21(7):519–28.
53. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Coutts AJ, Wisløff U. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *J Sci Med Sport.* 2009;12(1):227–33.
54. Ahmad CS, Dick RW, Snell E, Kenney ND, Curriero FC, Pollack K, et al. Major and minor league baseball hamstring injuries: Epidemiologic findings from the major league baseball injury surveillance system. *Am J Sports Med.* 2014;42(6):1464–70.
55. Waldén M, Hägglund M, Ekstrand J. UEFA Champions League study: A prospective study of injuries in professional football during the 2001-2002 season. *Br J Sports Med.* 2005;39(8):542–6.
56. Waldén M, Hägglund M, Ekstrand J. Injuries in Swedish elite football - A prospective study on injury definitions, risk for injury and injury pattern during 2001. *Scand J Med Sci Sport.* 2005;15(2):118–25.
57. Fuller CW, Walker J. Quantifying the functional rehabilitation of injured football players. *Br J Sport Med.* 40(2):151–7.
58. Hamner SR, Delp SL. Muscle contributions to fore-aft and vertical body mass center accelerations over a range of running speeds. *J Biomech [Internet].* 2013;46(4):780–7.
59. Komi PV. Relevance of in vivo force measurements to human biomechanics. *J Biomech.* 1990;23 Suppl 1:23-34.
60. Askling C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med.* 2006;40(1):40–4.

61. Bertelsen ML, Hulme A, Petersen J, Brund RK, Sørensen H, Finch CF, et al. A framework for the etiology of running-related injuries. *Scand J Med Sci Sport.* 2017;27(11):1170–80.
62. Balius R, Maestro A, Pedret C, Estruch A, Mota J, Rodríguez L, et al. Central aponeurosis tears of the rectus femoris: Practical sonographic prognosis. *Br J Sports Med.* 2009;43(11):818–24.
63. Comin J, Malliaras P, Baquie P, Barbour T, Connell D. Return to competitive play after hamstring injuries involving disruption of the central tendon. *Am J Sports Med.* 2013;41(1):111–5.
64. Pedret C, Balius R, Barceló P, Miguel M, Lluís A, Valle X, et al. Isolated tears of the gracilis muscle. *Am J Sports Med.* 2011;39(5):1077–80.
65. Bayer ML, Hoegberget-Kalisz M, Jensen MH, Olesen JL, Svensson RB, Couppé C, et al. Role of tissue perfusion, muscle strength recovery, and pain in rehabilitation after acute muscle strain injury: A randomized controlled trial comparing early and delayed rehabilitation. *Scand J Med Sci Sport.* 2018;28(12):2579–91.
66. Whiteley R, van Dyk N, Wangensteen A, Hansen C. Clinical implications from daily physiotherapy examination of 131 acute hamstring injuries and their association with running speed and rehabilitation progression. *Br J Sports Med.* 2018;52(5):303–10.
67. Leigheb M, Conte P, Neri P, Zorzolo I, Martinelli D, Martino F, Carriero A, Grassi F. Thompson calf squeezing test: clinical and ultrasound correlations in the follow up of Achille's tenorrhaphy. *Acta Biomed.* 85(2):102–6.
68. Husmann I, Soulet L, Gautron J, Martelly I, Barritault D. Growth factors in skeletal muscle regeneration. *Cytokine Growth Factor Rev.* 1996;7(3):249–58.
69. Alsousou J, Thompson M, Hulley P, Noble A, Willett K. The biology of platelet-rich plasma and its application in trauma and orthopaedic surgery: A review of the literature. *J Bone Jt Surg - Ser B.* 2009;91(8):987–96.
70. McClure M, Garg K, Simpson D, Ryan J, Sell S, Bowlin G, et al. The influence of platelet-rich plasma on myogenic differentiation. *J Tissue Eng Regen Med.* 2016;10(4):E239-249.
71. Nilsen-Hamilton M. Transforming growth factor-beta and its actions on cellular growth and differentiation. *Curr Top Dev Biol.* 1990;24:95–136.

72. Galliera E, Corsi M, Banfi G. Platelet rich plasma therapy: inflammatory molecules involved in tissue healing. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2012;26(2 Suppl 1):35S-42S.
73. Grassi A, Napoli F, Romandini I, Samuelsson K, Zaffagnini S, Candrian C, et al. Is Platelet-Rich Plasma (PRP) Effective in the Treatment of Acute Muscle Injuries? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2018;48(4):971–89.
74. de Boer MD, Maganaris CN, Seynnes OR, Rennie MJ, Narici M V. Time course of muscular, neural and tendinous adaptations to 23 day unilateral lower-limb suspension in young men. *J Physiol*. 2007;583(3):1079–91.
75. Couppé C, Suetta C, Kongsgaard M, Justesen L, Hvid LG, Aagaard P, et al. The effects of immobilization on the mechanical properties of the patellar tendon in younger and older men. *Clin Biomech*. 2012;27(9):949–54.
76. Jimenez Rubio S, Valera Garrido F, Minaya Munoz F, Nevandar A. Percutaneous needle electrolysis and exercise reduce the time for return to competition after an injury to the hamstrings: Two cases in professional football players. *Rev Fisioter Invasiva / J Invasive Tech Phys Ther*. 2019;02(02):121–2.
77. Moreno C, Mattiussi G, Núñez FJ, Messina G, Rejc E. Intratissue percutaneous electolysis combined with active physical therapy for the treatment of adductor longus enthesopathy-related groin pain: A randomized trial. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(10):1318–29.
78. Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2014;4(2):188–93.
79. Abat F, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Clinical results after ultrasound-guided intratissue percutaneous electrolysis (EPI®) and eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2015;23(4):1046–52.
80. Millar AP. Strains of the posterior calf musculature (“tennis leg”). *Am J Sports Med*. 1979;7(3):172–4.
81. Jarvinen M. Immobilization effect on the tensile properties of striated muscle: an experimental study in the rat. *Arch Phys Med Rehabil*. 1977;58(3):123–7.

82. Jarvinen M, Einola SA, Virtanen EO. Effect of the position of immobilization upon the tensile properties of the rat gastrocnemius muscle. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(3):253–7.
83. Hurme T, Rantanen J, Kaliomo H. Effects of early cryotherapy in experimental skeletal muscle injury. *Scand J Med Sci Sports.* 1993;3(1):46–51.
84. Deal DN, Tipton J, Rosencrance E, Curl WW, Smith TL. Ice reduces edema. A study of microvascular permeability in rats. *Bone Jt Surg.* 2002;84(9):1573–8.
85. Schaser K-D, Disch AC, Stover JF, Lauffer A, Bail HJ MT. Prolonged superficial local cryotherapy attenuates microcirculatory impairment, regional inflammation, and muscle necrosis following closed soft tissue injury in rats. *Am J Sport Med.* 2007;35(1):93–102.
86. Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus Delayed Rehabilitation after Acute Muscle Injury. *N Engl J Med.* 2017;377(13):1300–1.
87. Askling C, Tengvar M TA. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomized controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sport Med.* 2013;47(15):953–9.
88. Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol.* 2006;100(5):1460–6.
89. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(13):1003–11.
90. Ozaki H, Sakamaki M, Yasuda T, Fujita S, Ogasawara R, Sugaya M, et al. Increases in thigh muscle volume and strength by walk training with leg blood flow reduction in older participants. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2011;66(3):257–63.
91. Järvinen M, Lehto M ST. Effect of some anti-inflammatory agents on the healing of ruptured muscle. An experimental study in rats. *J Sport Traumatol.* 1992;14:19–28.
92. Beiner JM, Jokl P, Cholewicki J, Panjabi MM. The effects of anabolic steroids and corticosteroids on healing of muscle contusion injury. *Am J Sport Med.* 1999;27(1):2–9.

93. Rantanen J, Thorsson O, Wollmer P, Hurme T KH. Effects of therapeutic ultrasound on the regeneration of skeletal muscle myofibers after experimental muscle injury. *Am J Sport Med.* 1999;27(1):54–9.
94. Wilkin LD, Merrick MA, Kirby TE, Devor ST. Influence of therapeutic ultrasound on skeletal muscle regeneration following blunt contusion. *Int J Sport Med.* 2004;25(1):73–7.
95. Markert CD, Merrick MA, Kirby TE, Devor ST. Non thermal ultrasound and exercise in skeletal muscle regeneration. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(7):1304–10.

## *SITOGRAFIA*

- a. <https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/35887>
- b. <https://www.zotero.org/>

## *ELENCO FIGURE*

Figura 1. Tratta da “<https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/35887>”.

Figura 2. Tratta da “Flecca D. et al. US evaluation and diagnosis of rupture of the medial head of the gastrocnemius (tennis leg). *J Ultrasound.* 2007 Dec; 10 (4): 194-8”.

Figura 3. Tratta da “Järvinen TA et al. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005 May; 33 (5): 745-64”.

Figura 4. Tratta da Tratta da “Balius R. et al. The soleus muscle: MRI, anatomic and histologic findings in cadavers with clinical correlation of strain injury distribution. *Skeletal Radiol.* 2013 Apr; 42 (4): 521-30”.

Figura 5. Tratto da “Pedret et al. Ultrasolund classification of medial gastrocnemius injuries. 2020. *Scand J Med Sci Sports.* 2020 Dec; 30 (12): 2456-2465”.

Figura 6. Tratto da “Bojsen-Moller J. et al. Differential displacement of the human soleus and medial gastrocnemius aponeuroses during isometric plantar flexor contractions in vivo. *J Appl Physiol (1985).* 2004 Nov; 97 (5): 1908-14”.

Figura 7. Tratto da “Monteagudo M. et al. Plantar fasciopathy: a current concepts review. EFORT Open Rev. 2018 Aug 29; 3 (8): 485-493”.

Figura 8. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.

Figura 9. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.

Figura 10. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.

Figura 11. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.

Figura 12. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.

Figura 13. Tratto da “Bayer ML, Magnusson SP, Kjaer M. Early versus delayed rehabilitation after acute muscle injury. N Engl J Med. 2017; 377: 1300-1”.

## *ELENCO TABELLE*

Tabella I. Tratta da “Mueller-Wohlfahrt H, Haensel L et al. Terminology and Classification of Muscle Injuries in Sport: The Munich Consensus Statement. Br J Sports Med. 2013, Vol.47, N.6, 342-50”.

Tabella II. Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per “Epidemiologia”.

Tabella III. Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per “Meccanismo Lesionale”.

Tabella IV. Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per “Valutazione Clinica”.

Tabella V. Stringhe di ricerca su Pedro e Cochrane per “Trattamento”.

Tabella VI. Sintesi degli studi inclusi relativi all’epidemiologia.

Tabella VII. Sintesi degli studi inclusi relativi al meccanismo lesionale.

Tabella VIII. Sintesi degli studi inclusi relativi al trattamento.

Tabella IX. Sintesi delle review incluse.

Tabella X. Sintesi delle evidenze sull'epidemiologia delle lesioni muscolari del polpaccio.

Tabella XI. Sintesi delle evidenze sul meccanismo lesionale delle lesioni muscolari del polpaccio.

Tabella XII. Sintesi delle evidenze sulla valutazione clinica delle lesioni muscolari del polpaccio.

Tabella XIII. Sintesi delle evidenze sul trattamento delle lesioni muscolari del polpaccio.