



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

### **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2020/2021

Campus Universitario di Savona

### ***Revisione Narrativa delle Classificazioni delle Lesioni Muscolari***

***Candidato:***

*Ft, Andrea Gilli*

***Relatore:***

*Ft, OMPT Marco Curotti*



# INDICE

## **Introduzione**

1. Epidemiologia degli infortuni muscolari.....Pag. 1
2. Classificazione degli infortuni muscolari.....Pag. 2
3. Diagnosi degli infortuni muscolari.....Pag. 5
4. Processo di riparazione.....Pag. 6

## **Materiali e Metodi**

1. Tipologia di ricerca.....Pag.7
2. Quesito di ricerca.....Pag. 7
3. Criteri di inclusione e di esclusione.....Pag. 7
4. Metodologia di ricerca e selezione degli studi.....Pag. 8

## **Risultati**

1. Risultati della ricerca.....Pag. 10
2. Articoli inclusi nei risultati.....Pag. 11
3. Risultati.....Pag. 12

## **Discussione**

1. Dichiarazione di consenso di Monaco.....Pag. 17
2. Classificazione Britannica.....Pag. 25
3. Classificazione Spagnola.....Pag. 30
4. Riflessioni.....Pag. 36

**Conclusioni**.....Pag. 40

**Bibliografia**.....Pag. 42

**Immagini**.....Pag. 45



## ***INTRODUZIONE***

### **1. Epidemiologia degli infortuni muscolari**

Lo sport negli ultimi anni ha aumentato moltissimo la sua popolarità ed ha reso l'industria sportiva estremamente competitiva e finanziariamente redditizia; la ricerca della strada verso il professionismo ha intensificato il carico fisico ed emotivo dello sport, aumentando i regimi di allenamento e di esercizi richiesti ed esponendo i soggetti ad un rischio maggiore di infortunio<sup>1</sup>. In accordo con Fuller<sup>2</sup> et al. nell'ambito calcistico un infortunio (*injury*) viene definito nel seguente modo:

*“qualsiasi disturbo fisico subito da un giocatore risultante da una partita di calcio o da un allenamento, indipendentemente dalla necessità di cure mediche o assenza dall'attività calcistica. L'infortunio di un giocatore che comporta il ricevere cure mediche viene definito un infortunio di tipo "medical-attention" (assistenza medica) ed un infortunio che impedisce ad un giocatore di partecipare a pieno al futuro allenamento o disputare una partita è definito come "time-loss"”<sup>2</sup>.*

Per quanto riguarda l'infortunio muscolare (“*muscle injury*”), Ueblacker et al<sup>3</sup>., lo definiscono come:

*“infortunio indiretto o diretto al muscolo che porta un giocatore a non essere in grado di partecipare pienamente all'allenamento o alle partite”<sup>3</sup>.*

Gli infortuni muscolari sono la causa più frequente di inabilità fisica nella pratica sportiva<sup>4</sup> e la loro frequenza varia dal 10 al 55% di tutti gli infortuni riportati<sup>5,6,7</sup>; spesso i muscoli maggiormente coinvolti sono quelli bi-articolari oppure aventi una complessa architettura e riguardano quella muscolatura che subisce una forte contrazione eccentrica o che contiene principalmente fibre muscolari di tipo II a rapida contrazione<sup>8</sup>. Nella maggior parte dei casi gli infortuni muscolari si presentano agli arti inferiori e, delle varie categorie di lesioni che un atleta può subire, la tipologia più comune riguarda l'infortunio della giunzione miotendinea<sup>9</sup>. La maggior parte degli infortuni muscolari avvengono durante delle situazioni da non-contatto, le quali vengono definite come “infortuni muscolari indiretti”<sup>10</sup>. Per quanto riguarda questa tipologia di infortuni muscolari le lesioni a questi quattro gruppi muscolari rappresentano fino al 90% di tutte le lesioni:

- Ischio-crurali: le lesioni muscolari degli hamstring sono infortuni frequenti nei calciatori professionisti e rappresentano in media ben il 37% di tutti gli infortuni che avvengono nel calcio<sup>11</sup>. La gravità della lesione va dal dolore muscolare ad insorgenza ritardata (DOMS) ad una lesione muscolare completa
- Adduttori: gli infortuni in questa localizzazione sono un problema comune nel calcio professionistico e rappresentano il 23% degli infortuni muscolari causando 14 giorni di assenza in media dallo sport in una fascia d'età compresa tra i 22 ed i 30 anni<sup>11</sup>. Infortuni precedenti e ridotta forza muscolare dell'adduttore sono stati identificati come fattori di rischio<sup>12</sup>
- Quadricipite: nel calcio gli infortuni in questa localizzazione rappresentano il 19% degli infortuni muscolari<sup>11</sup> e la maggior parte di questi riguardano il retto femorale (88%). Il rischio di subire tale tipo di infortunio è stato calcolato come molto più alto durante la partita rispetto alle normali sessioni di allenamento e circa il 28% di questi infortuni si verifica durante l'atto di calciare in porta<sup>13</sup>
- Polpaccio: le “*muscle injuries*” in questa localizzazione rappresentano il 13% di tutti gli infortuni muscolari nel calcio e sono comuni in tutti gli sport che precedono corsa ad alta velocità o ad alti volumi di carico, accelerazioni e decelerazioni ed in condizioni di gioco faticose<sup>11</sup>

Si intuisce che negli atleti d'élite questa tipologia di infortunio, dove le decisioni relative al ritorno al gioco (“*return to play*”, RTP) e alla disponibilità del giocatore, hanno conseguenze finanziarie o strategiche significative per il giocatore e per la squadra. Esiste, di conseguenza, un enorme interesse nell'ottimizzazione del processo diagnostico, terapeutico e riabilitativo dopo un infortunio muscolare, per ridurre al minimo l'assenza dallo sport e l'incidenza di recidive<sup>8</sup>.

## **2. Classificazione degli infortuni muscolari**

Nonostante gli infortuni muscolari abbiano una considerevole frequenza ed impatto manca ancora uniformità nella loro classificazione, descrizione e grading<sup>14</sup>. Le più diffuse tassonomie sono semplicistiche e solitamente basate su 3 gradi di lesione rappresentati essenzialmente da infortuni minori, moderati e completi; all'interno di questi sistemi di classificazione si potrebbe dire che manca sia coerenza nella terminologia sia chiarezza nelle entità diagnostiche<sup>15</sup> tanto è vero che i limiti risultano nella mancanza di sotto-classificazioni all'interno dei gradi o delle tipologie con la conseguenza che infortuni

aventi diversa eziologia, diversi management di trattamento e diversa rilevanza prognostica, vengono classificati in un gruppo unico<sup>8</sup>. All'inizio del XX secolo le lesioni muscolari venivano classificate sia dalle forze causali/meccanicistiche che dalla posizione anatomica della lesione; nello specifico gli autori hanno classificato le lesioni muscolari come derivate da forze interne (secondarie allo sforzo) o da forze esterne (secondarie al contatto diretto)<sup>16,17</sup>. Anatomicamente, è stato riconosciuto che il muscolo può "lesionarsi" in luoghi distinti come dove le "fibre incontrano il tendine", il "corpo del muscolo" o "nel tendine"; questa prima idea precede i sistemi di classificazione frequentemente citati, ma molto probabilmente ha fornito le basi per il loro successivo sviluppo. Negli anni '60, gli approcci alla classificazione delle lesioni muscolari si sono ampliati ed hanno incluso descrittori meccanicistici ed anatomici<sup>18,19</sup>. Dagli anni '80, la disponibilità di immagini, sotto forma di ultrasuoni (US) e risonanza magnetica (RMN), ha permesso la visualizzazione diretta della lesione muscolare con conseguente maggiore accuratezza anatomica ed una conseguente espansione della letteratura<sup>20,21,22</sup>. Nel corso degli anni le "ere" che si sono susseguite nella valutazione delle lesioni muscolari sono state:

- Era clinica (1900-1980): in questa fase i medici impiegavano una serie di mezzi indiretti per valutare la gravità del danno muscolare; tradizionalmente, ciò è stato ottenuto identificando una serie di segni e/o sintomi alla presentazione della lesione pensati per riflettere la gravità della lesione e poterla dividere in categorie quali "lievi" o "gravi"<sup>23,24</sup>
- Era dell'imaging (1985-2000): dagli anni '80, gli US e la RMN hanno consentito la valutazione indiretta dell'anatomia e della patologia muscolare. La letteratura sul grading di imaging descrive l'aspetto radiologico della presentazione clinica; quello che è stato tentato di fare è stato di stabilire una prognosi in base alla grandezza della lesione muscolare alla RMN, ma questo primo tentativo non ha portato a grandi risultati. I limiti di questo idea erano che la RMN è tempo-specifica, ovvero farla in tempistiche diverse può dare risultati diversi, inoltre non si era a conoscenza della riabilitazione che i soggetti con lesione avrebbero poi eseguito<sup>25</sup>
- Era moderna (2000-in corso): all'inizio del XXI secolo, i ricercatori hanno iniziato ad affrontare i limiti dei sistemi di classificazione; ci sono stati tentativi di fornire una base probatoria per correlare la classificazione clinica e radiologica con la gravità della lesione ed è stato riconosciuto che l'imaging può fornire dati continui anziché categorici e che questo può essere correlato con la prognosi della lesione. Inoltre, c'è

stato riconoscimento dei benefici della combinazione di valutazioni cliniche e radiologiche e con questa intuizione gli autori hanno iniziato a ricostruire i sistemi di classificazione

Dal 2002, gli autori hanno correlato la dimensione della lesione all'imaging con l'esito clinico ed è emerso che, utilizzando la RMN, più grande è la lesione e più lungo è il periodo di riabilitazione richiesto; questo non si è sempre dimostrato vero, infatti sono presenti dei casi in cui il RTP di lesioni considerate minori era maggiore di quelle considerate più gravi. Al contrario, gli ultrasuoni non hanno costantemente mostrato una relazione tra la grandezza della lesione e la prognosi<sup>26,27,28</sup>. Ognuno dei sistemi attualmente maggiormente utilizzati, come la Dichiarazione di consenso di Monaco, la Classificazione Britannica e la Classificazione Spagnola, ha punti di forza unici, debolezze e capacità di essere inclusi in un uso diffuso, ma le incoerenze nell'approccio alla descrizione degli infortuni muscolari attualmente disponibili continuano ad ostacolare un orientamento universale per affrontare, in modo efficace, gli infortuni muscolari in termini prognostici e di gestione<sup>29</sup>.

Uno studio del 2012 ha diviso le muscolari in base alla situazione nelle quali queste accadono; le due tipologie di lesione muscolare sono quelle “*sprint-type*” e “*stretch-type*”. Tra questi il tipo di lesione più comune si verifica durante la corsa ad alta velocità, mentre l'altro si verifica durante i movimenti che portano a un ampio allungamento dei muscoli posteriori della coscia come calci alti e contrasti in scivolata. Le lesioni “*sprint-type*” si verificano principalmente al capo lungo del bicipite femorale e coinvolgono tipicamente la giunzione prossimale muscolo-tendinea; le lesioni “*stretch-type*” si verificano vicino alla tuberosità ischiatica e coinvolgono tipicamente il tessuto tendineo del semimembranoso. Le lesioni che avvengono durante la corsa ad alta velocità provocano, generalmente, un danno funzionale acuto più marcato, ma in genere richiedono un periodo di riabilitazione più breve rispetto allo “*stretch-type*”.

Dallo stesso studio è emersa una regola generale che afferma che più la lesione è vicina alla tuberosità ischiatica e più è lungo il periodo di riabilitazione. I due tipi di “*tear*” richiedono approcci diversi quando si pianifica la riabilitazione; nel caso di infortuni “*sprint-type*” è pressoché normale che l'atleta sperimenti un notevole miglioramento dai 4 ai 6 giorni post lesione, soprattutto per quanto riguarda il dolore, la forza e la flessibilità.

Per le lesioni “*stretch-type*” è fondamentale informare l'atleta sul periodo molto lungo di riabilitazione, nonostante i sintomi iniziali siano relativamente lievi in termini di dolore e di compromissione funzionale; l'atleta può sottoporsi ad un impegnativo programma riabilitativo fin dall'inizio, purché si evitino esercizi che provochino dolore. Infine, lo stretching passivo e gli esercizi con carichi pesanti sembrano provocare ulteriori lesioni “*stretch-type*” aumentando il dolore e diminuendo la funzione.

In queste tipologie di infortuni le recidive sono comuni, ma possono essere evitate, a condizione di una solida conoscenza del tipo, della posizione e delle dimensioni della lesione; la stretta aderenza alla riabilitazione, poi, è di massima importanza<sup>30</sup>.

### **3. Diagnosi degli infortuni muscolari**

La diagnosi di un infortunio muscolare inizia con un'attenta anamnesi sull'insorgenza del trauma e da ciò che riferisce l'atleta a riguardo, seguita da un esame fisico che consiste nell'ispezione e nella palpazione dei muscoli coinvolti, nonché nel testare la funzione dei muscoli lesi sia con che senza resistenza esterna<sup>17,4</sup>. Inoltre, sempre più utilizzati sono i test che valutano l'estensibilità muscolare, attiva e passiva, nei quali si va a rilevare differenze di ROM tra i due arti. Le indagini strumentali, come l'ecografia o la risonanza magnetica nucleare (RMN), possono essere utilizzate per fornire ulteriori informazioni a conferma della diagnosi<sup>3</sup> ed a quantificarne l'estensione<sup>18</sup>. L'utilizzo dell'imaging per determinare la diagnosi di infortunio muscolare prevede l'impiego dell'ecografia, la quale offre una valutazione dinamica dei muscoli. Risulta essere rapida, relativamente poco costosa, comoda per i pazienti e consente una valutazione in continuum per seguire la guarigione dei tessuti. Anche se fortemente dipendente dall'operatore che la esegue, questa può mettere in luce la struttura muscolare che circonda una lesione che spesso è oscurata dall'edema alla visione delle immagini della RMN<sup>19</sup>. La risonanza magnetica è considerata il metodo di imaging di riferimento per valutare la morfologia dei muscoli negli atleti grazie alla sua capacità di visualizzare i tessuti molli con un eccellente contrasto e di fornire un'alta risoluzione spaziale ed una valutazione multiplanare. La RMN è adatta per confermare e valutare l'entità e la gravità delle lesioni muscolari e può essere più adatta dell'ecografia per la valutazione delle lesioni muscolari situate in compartimenti muscolari profondi<sup>19</sup>. Oggi sono disponibili tecniche avanzate di imaging per la valutazione muscolare che hanno il potenziale di fornire informazioni sulla

composizione, microstruttura e funzione di muscoli o di gruppi muscolari; alcune di queste tecniche sono ampiamente disponibili sugli scanner clinici, mentre altre richiedono software e hardware specifici da realizzare e non sono largamente disponibili nella pratica clinica<sup>20</sup>.

#### **4. Processo di riparazione**

Il tessuto muscolare scheletrico ha la facoltà di rigenerarsi in seguito ad infortunio<sup>21</sup>; l'interruzione dell'omeostasi causata dal trauma genera una serie di processi che si possono dividere in tre fasi<sup>22</sup> indipendentemente dalla causa che ha provocato la lesione stessa. Le tre fasi sono le seguenti:

- Fase di degenerazione/infiammazione: dura dagli 1 ai 3 giorni<sup>23</sup>. È caratterizzata dalla rottura e dalla conseguente necrosi delle fibre muscolari, dalla formazione di un ematoma tra i monconi delle fibre lese e dalla reazione infiammatoria cellulare<sup>14</sup>
- Fase di rigenerazione: dura dalla 1<sup>a</sup> alla 6<sup>a</sup> settimana<sup>6,21</sup>. È caratterizzata dalla fagocitosi del tessuto necrotico, dalla riparazione delle fibre, dalla contemporanea produzione di tessuto connettivo riparativo e dall'iniziale crescita capillare/neurale nell'area lesa<sup>4,14</sup>
- Fase di rimodellamento: dura dalla 7<sup>a</sup> settimana ai 6 mesi<sup>21,23</sup>. È caratterizzata dalla maturazione delle fibre rigenerate, dalla riduzione e riorganizzazione del tessuto cicatriziale ed infine dal recupero delle capacità funzionali del muscolo<sup>14</sup>. La riduzione della cicatrice avvicina le estremità muscolari l'una all'altra ed infine la capacità funzionale e morfologica del muscolo è garantita dal ripristino dell'afflusso di sangue nel muscolo scheletrico leso

## ***MATERIALI E METODI***

### **1. Tipologia di ricerca**

Obiettivo della tesi è condurre una revisione narrativa della letteratura inerente alla classificazione delle lesioni muscolari. La revisione narrativa offre una panoramica critica di un determinato argomento e, al contrario delle revisioni sistematiche, non è basata su una metodologia standardizzata. La revisione narrativa permette la libertà di scelta degli studi da includere e ne fornisce poi una descrizione riassuntiva. Questa metodologia ha permesso di includere solo gli studi di maggiore interesse e di escludere quelli non strettamente correlati al titolo della tesi.

### **2. Quesito di ricerca**

Nonostante gli infortuni muscolari abbiano una considerevole frequenza ed impatto manca ancora uniformità nella loro classificazione, descrizione e grading. Le più diffuse tassonomie sono semplicistiche e solitamente basate su 3 gradi di severità rappresentati essenzialmente da lesioni minori, moderate e complete. All'interno di questi sistemi di classificazione si potrebbe dire che manca sia coerenza nella terminologia, sia chiarezza nelle entità diagnostiche tant'è vero che i limiti risultano nella mancanza di sotto-classificazioni all'interno dei gradi o delle tipologie con la conseguenza che infortuni aventi diversa eziologia, diversi management di trattamento e diversa rilevanza prognostica, vengono classificati in un gruppo unico. Il quesito che ci si è posto è: *quali sono le varie classificazioni delle lesioni muscolari presenti in letteratura?*

### **3. Criteri di inclusione e di esclusione**

<i>Inclusione</i>	<i>Esclusione</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Articoli inerenti alle classificazioni delle lesioni muscolari</li><li>• Articoli inerenti alla classificazione delle lesioni muscolari degli arti inferiori</li><li>• Lingua: inglese/italiano</li><li>• Tipologia di studi: tutti</li><li>• Specie: umana</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Articoli inerenti strettamente al trattamento delle lesioni muscolari (applicazione dei vari protocolli di trattamento o di altri tipi di trattamento)</li></ul>

#### 4. Metodologia di ricerca e selezione degli studi

La ricerca della letteratura è stata condotta sul database Medline (via Pubmed). Per la stringa di ricerca sono stati utilizzati gli operatori booleani “AND” ed “OR” ed i Medical Subject Heading (MeSH). Sono stati utilizzati anche dei termini liberi inerenti all’argomento per ampliare i risultati della ricerca; sempre per ampliare i risultati della ricerca sono state utilizzate le cross-reference, ovvero sono stati selezionati determinati articoli presenti nella bibliografia di altri studi. Non è stato trovato alcun termine MeSH di interesse per “*muscle injury*”, “*muscular injury*”, “*muscle injuries*”, “*muscle lesion*”, “*muscular lesion*”, “*muscle lesions*” e “*muscular lesions*”. Sono invece stati trovati termini MeSH usando il simbolo dell’asterisco (\*) che funge da filtro terminologico per quelle parole che hanno una stessa radice, ma diversa desinenza; la ricerca con “*musc\* injur\**” (senza le virgolette) ha restituito 52 termini MeSH di cui solamente 1 è stato utilizzato.

<i>Termine di ricerca</i>	<i>Termini MeSH trovati</i>	<i>Termini MeSH inclusi</i>
<i>musc* injur*</i>	52	• Soft Tissue Injuries

Per il termine “*Injury*” non è stato trovato alcun termine MeSH così si sono utilizzati dei sinonimi tutti preceduti dal termine “*Muscle*”. I termini che sono stati utilizzati sono “*Injury*”, “*Strain*”, “*Lesion*” e “*Tear*”. Per quanto riguarda la “classificazione” si sono trovati 9 termini MeSH, di cui solamente 2 sono stati utilizzati.

<i>Termine di ricerca</i>	<i>Termini MeSH trovati</i>	<i>Termini MeSH inclusi</i>
<i>classification</i>	9	• Classification • Classification [Subheading]

Come termine MeSH è stato utilizzato anche “*Terminolgy as Topic*” ed infine come termini liberi sono stati utilizzati “*Classification*”, “*Categorization*” e “*Categorisation*”. La stringa di ricerca è stata creata utilizzando il seguente metodo:

- Si è creata una tabella 2x2
- Nella prima colonna sono stati inseriti tutti i termini della ricerca inerenti alle “*lesioni muscolari*”, mentre nella seconda sono stati inseriti tutti i termini della ricerca inerenti al termine “*classificazione*”

- Le parole presenti nella stessa colonna sono state unite tra di loro utilizzando l'operatore booleano "OR", mentre le parole presenti nelle diverse colonne sono state unite tra di loro utilizzando l'operatore booleano "AND"

<i>Lesioni Muscolari</i>		<i>Classificazione</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soft Tissue Injuries <i>OR</i></li> <li>• Muscle Injury <i>OR</i></li> <li>• Muscle Strain <i>OR</i></li> <li>• Muscle Lesion <i>OR</i></li> <li>• Muscle Tear</li> </ul>	<i>AND</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification <i>OR</i></li> <li>• Categorization <i>OR</i></li> <li>• Categorisation <i>OR</i></li> <li>• Classification [MeSH] <i>OR</i></li> <li>• classification [Subheading] <i>OR</i></li> <li>• Terminolgy as Topic [MeSH]</li> </ul>

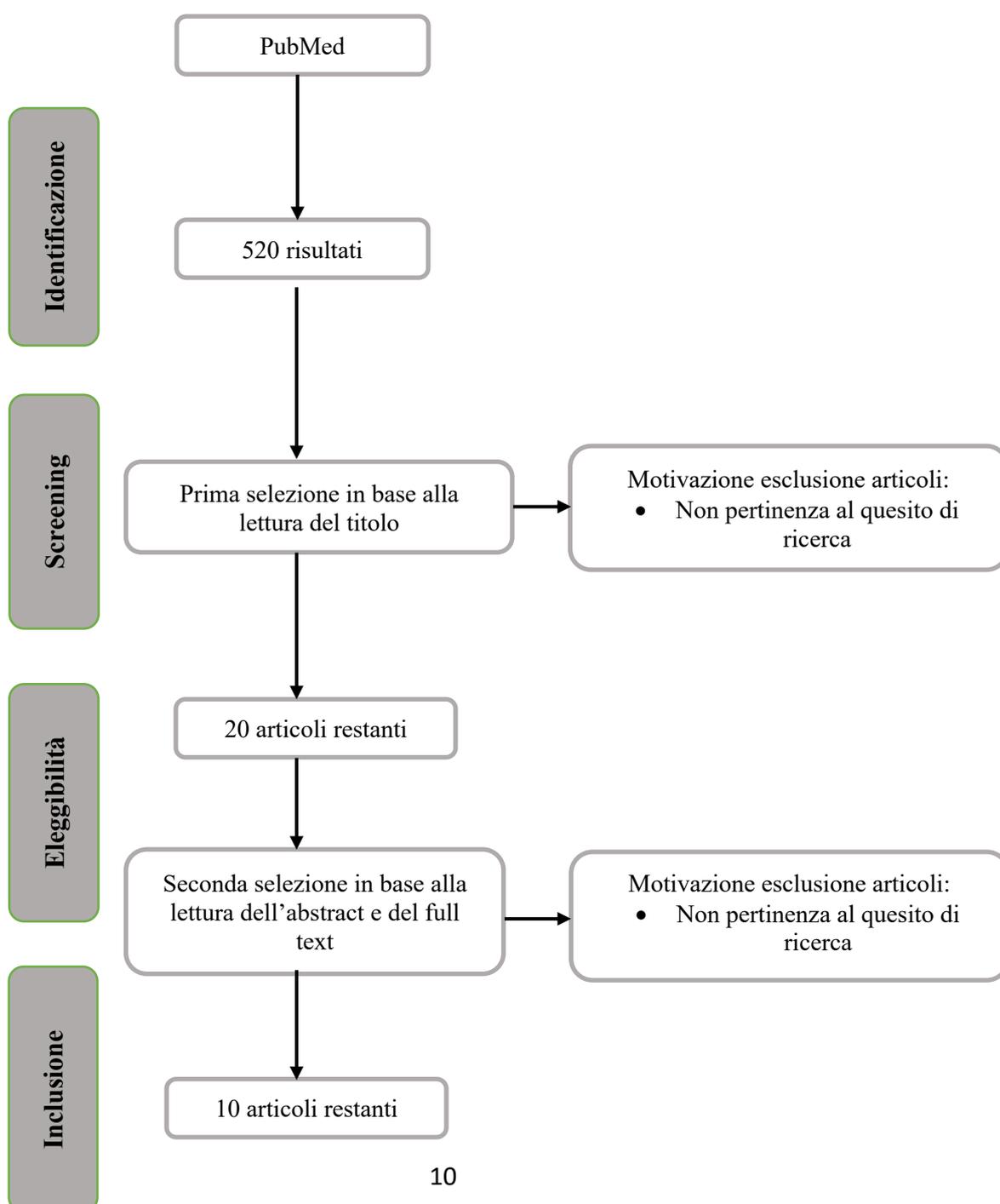
La stringa di ricerca finale è stata:

*("Soft Tissue Injuries" OR "Muscle Injury" OR "Muscle Lesion" OR "Muscle Strain" OR "Muscle Tear") AND (Classification OR Categorization OR Categorisation OR "Classification"[Mesh] OR "classification" [Subheading] OR "Terminology as Topic"[Mesh])*

# RISULTATI

## 1. Risultati della ricerca

Dalla stringa di ricerca si sono ottenuti complessivamente 689 risultati in un arco di tempo che va dal 1969 al 2021. Inserendo i filtri di ricerca riguardanti la specie (umana) e la lingua (inglese ed italiano) si sono ottenuti 520 risultati. Di questi, 500 articoli sono stati esclusi alla lettura del titolo poiché non pertinenti al quesito di ricerca e, dei rimanenti 20, ne sono stati esclusi ulteriori 10 alla lettura dell'*abstract* e del *full text* come riportato nel diagramma di flusso sottostante.



## 2. Articoli inclusi nei risultati

<b>Articolo 1</b>	<i>O'Donoghue DO. Treatment of injuries to athletes. Philadelphia: WB Saunders, 1962.</i>
<b>Articolo 2</b>	<i>Kellett J, Acute soft tissue injuries – a review of the literature. Medicine &amp; Science in Sports &amp; Exercise: October 1986 - Volume 18 - Issue 5 - p 489-500.</i>
<b>Articolo 3</b>	<i>Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, volume 20, 2356-2362 (2012).</i>
<b>Articolo 4</b>	<i>Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, Orchard J, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Schamasch P, Blottner D, Swaerd L, Goedhart E, Ueblacker P. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. Br J Sports Med 2013 Apr; 47(6): 342-350.</i>
<b>Articolo 5</b>	<i>Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. Br J Sports Med 2014 Sep; 48(18): 1347-51.</i>
<b>Articolo 6</b>	<i>Hamilton B, Valle X, Rodas G, Til L, Grive RP, Rincon JAG, Tol JL. Classification and grading of muscle injuries: a narrative review. Br J Sports M 2014 Nov</i>
<b>Articolo 7</b>	<i>Patel, A. Chakraverty, J. Pollock, N. Chakraverty, R. Suokas, A.K. James, S.L. British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. Clinical Radiology, Volume 70, Issue 12, 1414-1420. Dec 2015</i>
<b>Articolo 8</b>	<i>Grassi A, Quaglia A, Canata GL, Zaffagnini S. An update on the grading of muscle injuries: a narrative review from clinical to comprehensive systems. Joints 2016 Jun 13; 4(1): 39-46.</i>
<b>Articolo 9</b>	<i>Hamilton B, Alonso JM, Best TM. Time for a paradigm shift in the classification of muscle injuries. J Sport Health Sci 2017 Sep; 6(3): 255-261.</i>
<b>Articolo 10</b>	<i>Valle, Xavier; Alentorn-Geli, Eduard; Tol, Johannes L.; Hamilton, Bruce; Garrett, William E.; Pruna, Ricard; Til, Lluís; Gutierrez, Josep Antoni; Alomar, Xavier; Balius, Ramón; Malliaropoulos, Nikos; Monllau, Joan Carles; Whiteley, Rodney; Witvrouw, Erik; Samuelsson, Kristian; Rodas, Gil (2017). Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus - Based Classification with Clinical Application. Sports Medicine, 47(7), 1241–1253.</i>

### 3. Risultati

I più vecchi sistemi di classificazioni delle lesioni muscolari erano basati sull'interpretazione dei segni clinici o guidati dall'imaging come quelle di:

- **O'Donoghue**<sup>8,18,29</sup> (1962): questo è stato uno dei sistemi di classificazione degli infortuni muscolari più utilizzati. Questo sistema utilizza una classificazione che si basa sulla gravità dell'infortunio correlata alla quantità di danno tissutale ed alla perdita funzionale associata. L'autore classifica le lesioni muscolari in 3 gradi:
  - Grado 1: non apprezzabile "tear" muscolare
  - Grado 2: danno tissutale e ridotta resistenza dell'unità mio-tendinea
  - Grado 3: "tear" completa dell'unità mio-tendinea e completa perdita funzionale
  
- **Ryan**<sup>8,29,38</sup> (1969): questa classificazione è nata esclusivamente per le lesioni del quadricipite, ma è stata poi applicata anche su altri muscoli. L'autore individua 4 gradi:
  - Grado 1: "tear" di poche fibre muscolari dove la fascia è intatta
  - Grado 2: "tear" di un numero moderato di fibre dove la fascia è intatta
  - Grado 3: "tear" di molte fibre con "tear" parziale della fascia
  - Grado 4: "tear" completa sia del muscolo che della fascia
  
- **Takebayashi**<sup>8,29</sup> (1995): ha pubblicato un sistema di classificazione ECO-guidata. **Pettrons**<sup>8,29</sup> (2002) ha raccomandato l'utilizzo di una classificazione simile a quella di Takebayashi. Gli autori concordano sull'individuazione di 3 gradi:
  - Grado 1: meno del 5% del muscolo coinvolto
  - Grado 2: presenza di una "tear" parziale con più del 5% del muscolo coinvolto
  - Grado 3: "tear" completa
  
- **Stoller**<sup>8,29</sup> (2007): è attualmente una delle classificazioni maggiormente utilizzate. È una gradazione RMN-guidata che definisce 4 gradi:
  - Grado 0: nessun reperto patologico

- Grado 1: solo edema muscolare senza danno tissutale
- Grado 2: “tear” muscolare parziale
- Grado 3: “tear” muscolare completa

Di seguito viene riportata una tabella che riassume le principali caratteristiche dei precedenti sistemi di classificazione delle lesioni muscolari.

	<b>O'Donoghue (1962)</b>	<b>Ryan (1969)</b>	<b>Takebayashi (1995) e Peetrans (2002)</b>	<b>Stoller (2007)</b>
<b>Grado 1</b>	Nessuna lesione apprezzabile, nessuna perdita di funzione o di forza e presenza solo di una leggera risposta infiammatoria.	Lesione di alcune fibre muscolari, ma la fascia rimane intatta.	Nessuna anormalità o sanguinamento diffuso con, o senza, rottura focale delle fibre, inferiore al 5% del muscolo coinvolto.	RMN negativa: nessun danno strutturale. Edema iper-intenso con o senza emorragia.
<b>Grado 2</b>	Danno tissutale, riduzione della resistenza dell'unità mio-tendinea e qualche funzione residua.	Lesione di un numero moderato di fibre, ma la fascia rimane intatta.	Rottura parziale: rottura focale delle fibre maggiore del 5% con, o senza, lesione della fascia.	RMN positiva: con lesione delle fibre muscolari fino al 50%. Possibile difetto focale iper-intenso e retrazione parziale delle fibre muscolari.
<b>Grado 3</b>	Completa lesione dell'unità mio-tendinea e completa perdita funzionale.	Lesione di molte fibre con “tear” parziale della fascia.	Rottura muscolare completa con retrazione e lesione della fascia.	Rottura muscolare: danno strutturale del 100%. Lesione completa con o senza retrazione muscolare.
<b>Grado 4</b>	/	Lesione completa del muscolo e della fascia.	/	/

- **Classificazione di Chan**<sup>8,29,39</sup> (2012): Chan et al. hanno proposto un sistema di classificazione anatomica a 3 livelli per migliorare i sistemi di classificazione disponibili. Questa classificazione si basa principalmente sull'esperienza degli autori e sull'incorporazione di dati provenienti da precedenti studi di imaging. L'aspetto principale di questa classificazione riguarda l'accurata descrizione, RMN-guidata, della sede anatomica di infortunio. Inizialmente gli infortuni vengono classificati in base alla loro presenza nella porzione della giunzione mio-tendinea (MTJ)

prossimale, del muscolo, o MTJ distale; vengono poi sub-classificati come prossimale, mediale o distale ed infine definiti dal tessuto coinvolto (intra-muscolare, mio-fasciale, peri-fasciale, mio-tendineo o una combinazione di questi). Principalmente basato sull'imaging questo approccio limita il suo utilizzo ad infortuni muscolari acuti da non-contatto e tenta principalmente di aggiungere chiarezza anatomica e diagnostica. Nonostante questo obiettivo, però, non esiste un descrittore per infortuni tendinei primari e, come tale, non è chiaro dove viene considerata una rottura del tendine muscolare prossimale o distale e dove la rottura può verificarsi prossimalmente o distalmente all'MTJ. Questa classificazione non tiene conto dell'entità dell'infortunio osservato e non è chiaro come la classificazione anatomica venga utilizzata quando è coinvolto più di un muscolo (evento abbastanza frequente). Oltre ad una descrizione accurata riguardo agli infortuni gli autori non forniscono alcuna prova che questo approccio migliorerà la gestione del paziente.

- **Dichiarazione di consenso di Monaco**<sup>8,14,29,40,41</sup> (2013): questa classificazione è il risultato di una riunione dove hanno partecipato un gruppo di esperti internazionali sugli infortuni e di medicina dello sport con l'appoggio del Comitato Olimpico Internazionale (IOC) e dell'Unione delle Associazioni Calcistiche Europee (UEFA). Sulla base dell'esperienza dei partecipanti e sui risultati di 19 questionari compilati pre-riunione gli autori hanno descritto un ampio sistema di classificazione e grading per gli infortuni muscolari. Questa classificazione dicotomica, incentrata sulla natura del trauma muscolare diretta o indiretta, suddivide gli infortuni indiretti in 4 categorie in base all'aspetto sulla risonanza magnetica; i tipi 1 e 2 rappresentano disturbi funzionali RMN-negativi ed i tipi 3 e 4 rappresentano infortuni strutturali che possono essere gradati come minimi (tipo 3a), moderati (tipo 3b) o completi (tipo 4). Ogni grado di lesione è accompagnato da una definizione, dai segni, dai sintomi e dai risultati dell'imaging. Le "tears" parziali minori (3a), moderate (3b) e (sub)totali rivelano durate di "return to play" (RTP) rispettivamente di 3-132, 8-111 e 52-61 giorni; questi dati suggeriscono un'ampia gamma di risultati per ogni classificazione

e quindi un valore limitato dal punto di vista prognostico, in particolare nella distinzione tra i gradi 3a e 3b. Allo stesso modo, vi è una differenza tra i valori medi dei risultati per infortuni funzionali e strutturali nel RTP (funzionali dagli 1 ai 100 giorni e strutturali dai 2 ai 156 giorni) mostrando una certa difficoltà nella previsione efficace degli outcome in un dato individuo. Di conseguenza, molti infortuni funzionali possono avere una prognosi peggiore rispetto agli infortuni strutturali mettendo alla prova la validità prognostica e patologica della classificazione. Il consenso di Monaco, comunque, affronta gli infortuni muscolari in modo completo ed include descrittori di infortuni acuti, da overuse, diretti ed indiretti. In tal senso, il consenso di Monaco può essere considerato un approccio altamente completo allo studio degli infortuni muscolari.

- **Classificazione Britannica**<sup>14,15,29,40,41</sup> (2014): utilizzando la loro esperienza di lavoro con gli sportivi d'élite di atletica leggera, il team British Athletics Medical ha proposto un sistema di classificazione apposito per gli infortuni muscolari da non-contatto. Si tratta di una classificazione a 5 gradi basata su una combinazione di caratteristiche cliniche ed RMN-quantificate che varia dal grado 0 (indolenzimento muscolare RMN-negativo) al grado 4 (“*tear*” muscolare completa). La gravità è per lo più definita dall'area di sezione trasversale ricavata dalla RMN, dall'ampiezza del coinvolgimento muscolare e rottura delle fibre ed infine dalla presentazione clinica. Inoltre, ogni grado è ulteriormente suddiviso in due o tre sottogruppi letterari in base all'interessamento della fascia (a), del ventre muscolare (b) o del tendine (c). Con l'obiettivo di convalidare il sistema di grading, gli autori hanno esaminato le cartelle cliniche di 44 atleti che hanno subito 65 infortuni agli “*hamstrings*”, valutando il “*Time to Return to Full Training*” (TRFT) ed il tasso di recidiva rispetto al grado di infortunio; gli infortuni RMN-negativi (Grado 0) sono stati associati ad un TRFT più breve rispetto a tutti gli altri gradi di infortunio, mentre infortuni di grado 1 e 2 non differivano nel TRFT, ma infortuni di grado 3 e quelli intra-tendinei avevano un TRFT prolungato. Oltre a questo, gli infortuni intra-tendinei sono stati associati ad un

rischio più elevato di recidiva rispetto a qualsiasi altra classificazione, mentre non sono stati segnalati infortuni di grado 4. L'accuratezza della descrizione anatomica fornita dal sistema è intuitivamente attraente e può essere rilevante per determinare le modalità di trattamento secondo la “*best practice*” e, ipoteticamente, consentire una previsione più precisa dell'outcome.

- **Classificazione Spagnola**<sup>42</sup> (2017): il team medico dell'FC Barcelona, in collaborazione con lo staff Aspetar Medical, ha proposto un sistema completo originale di classificazione degli infortuni muscolari basato sull'acronimo MLG-R. Questo sistema descrive il meccanismo di infortunio (M), la sede di infortunio (L), il grading di gravità (G) ed il numero di re-infortuni muscolari (R). In base all'anamnesi clinica, l'identificatore “M” distingue il meccanismo di infortunio in diretto (D) o indiretto (I), con infortuni indiretti ulteriormente sotto-identificati come “*sprint-type*” o “*stretch-type*”. Il secondo ed il terzo identificatore principale, cioè la “L” e la “G”, sono le variabili correlate alla RMN che descrivono rispettivamente la sede anatomica ed il grado della lesione muscolare. Il grado di infortunio è determinato dalle caratteristiche specifiche dell'edema, dell'emorragia e dall'area di sezione trasversale nell'iperintensità del segnale. Infine, l'indicatore “R” si riferisce al numero di re-infortuni. Lo scopo di questo lavoro è quello di creare un sistema di classificazione che descriva gli infortuni muscolari con rilevanza clinica e valore prognostico, facilità di utilizzo e di apprendimento. La novità di questo sistema è l'incorporazione dello stato di re-infortunio nella classificazione; sebbene non necessariamente correlata alla gravità dell'infortunio, e quindi alla durata dell'RTP, la presenza di infortuni ricorrenti può influenzare la progressione della riabilitazione e le decisioni sul RTP. Questa classificazione può contribuire a migliorare la comunicazione tra i professionisti del settore sanitario e sportivo ed assistere nel processo decisionale riguardante i protocolli di riabilitazione e di RTP.

## ***DISCUSSIONE***

In questa parte dell'elaborato verranno presi in considerazione i tre sistemi di classificazione delle lesioni muscolari più recenti e maggiormente utilizzati risaltandone i limiti, i punti di forza e le novità che hanno introdotto.

### **1. Dichiarazione di consenso di Monaco**

La dichiarazione di consenso di Monaco<sup>8</sup> (2013) afferma che i limiti dei sistemi di classificazione precedenti sono la mancanza di sotto-classificazioni all'interno dei gradi o delle tipologie con la conseguenza che infortuni con una diversa eziologia, diverse vie di trattamento e diversa rilevanza prognostica sono classificati in un unico gruppo. Alcuni dei sistemi di grading, come la classificazione di Takebayashi<sup>8</sup>, sono relativi e non misurabili sistematicamente; finora, nessuna terminologia o sistema di gradazione, sotto-classifica i disturbi muscolari senza prove macroscopiche di danni strutturali, anche se uno studio sulle lesioni muscolari dell'Unione delle Federazioni Calcistiche Europee (UEFA) ha sottolineato la loro elevata rilevanza clinica negli atleti professionisti. L'obiettivo del lavoro di Monaco è quello di presentare una definizione più precisa della terminologia sugli infortuni muscolari, per facilitare la comunicazione diagnostica, terapeutica e scientifica; inoltre, è stato progettato un sistema di classificazione completo e pratico per riflettere meglio il quadro sugli infortuni muscolari.

La terminologia che viene consigliata di utilizzare è la seguente:

- *Disturbo muscolare funzionale*: disturbo muscolare indiretto acuto “senza prove macroscopiche” (alla RMN o ecografia) di “*tear*” muscolare. Spesso associato ad aumento circoscritto del tono muscolare (“*muscle firmness*”) di diverse dimensioni e predisponente alle “*tear*”
- *Infortunio muscolare strutturale*: qualsiasi infortunio muscolare indiretto acuto “con prove macroscopiche” (alla RMN o ecografia) di “*tear*” muscolare

L'obiettivo principale è quello di presentare una terminologia standardizzata, nonché una classificazione completa degli infortuni muscolari che rappresenti un passo importante verso una migliore comunicazione e comparabilità; tutto questo faciliterà anche lo

sviluppo di nuove terapie, di studi sistematici e la pubblicazione sul tema degli infortuni muscolari. Il sistema di classificazione completo è così suddiviso:

- ***Disturbo muscolare indotto da fatica (“fatigue-related”) e dolore muscolare ad insorgenza ritardata (DOMS):*** l'affaticamento/fatica muscolare è stato dimostrato predisporre agli infortuni; il muscolo affaticato ha maggiore rigidità che predispone ad infortuni successivi. Il riscaldamento prima dell'attività ed il mantenimento della flessibilità dimostrano una diminuzione della rigidità muscolare. Il dolore muscolare ad insorgenza ritardata (DOMS) deve essere differenziato dal disturbo muscolare indotto da fatica; il DOMS si verifica diverse ore dopo movimenti insoliti/non abituali di decelerazione (contrazione eccentrica), mentre il disturbo muscolare indotto da fatica può verificarsi anche durante l'attività sportiva. Il DOMS provoca il suo caratteristico dolore infiammatorio acuto che si manifesta con muscoli rigidi e deboli, dolore a riposo che si risolve spontaneamente, di solito, entro una settimana. Al contrario, il disturbo muscolare indotto da fatica porta fermezza circoscritta, dolore sordo e lancinante (fitte) ed aumenta con il proseguimento dell'attività. Può, se non riconosciuto e non trattato, persistere per un lungo tempo e causare infortuni strutturali come “tear” parziali.
  
- ***Disturbo muscolare neuro-muscolare correlato alla colonna vertebrale e correlato al muscolo:*** possono essere differenziati 2 diversi tipi di disturbi neuromuscolari:
  - Spinale o midollo spinale-correlato (centrale)
  - Neuromuscolare placca motrice-correlato (periferico)

Poiché i muscoli agiscono come un organo bersaglio, il loro stato di tensione è modulato dalle informazioni elettriche derivanti dalla componente motoria del corrispondente nervo spinale, quindi, un'irritazione di una radice nervosa spinale può causare un aumento del tono muscolare. È noto che gli infortuni alla schiena sono molto comuni negli atleti d'élite, in particolare al livello L4/L5 ed L5/S1, e, la patologia lombare, come il prolusso del disco a livello L5/S1, può presentarsi con dolore agli hamstring e/o al polpaccio con limitazioni nell'elasticità degli stessi; questi aspetti possono provocare od imitare un infortunio muscolare. Il disturbo

muscolare correlato alla colonna vertebrale è di solito RMN-negativo o mostra solamente un edema muscolare. Molti medici credono anche che gli atleti con patologie della colonna vertebrale lombare hanno una maggiore predisposizione alle “*tear*” degli hamstring, anche se questo non è stato statisticamente dimostrato.

Si possono differenziare i disturbi muscolari neuro-muscolari correlati ai muscoli da quelli correlati alla colonna vertebrale a causa dei diversi percorsi di trattamento. Il tono muscolare è principalmente sotto il controllo del circuito gamma e l'attivazione degli  $\alpha$ -motoneuroni rimane principalmente sotto il controllo delle vie motorie discendenti. Le informazioni sensoriali dal muscolo vengono trasportate al cervello dalle vie ascendenti. I segnali afferenti Ia entrano nel midollo spinale attraverso gli  $\alpha$ -motoneuroni del muscolo associato, ma i rami stimolano anche gli interneuroni nel midollo spinale che agiscono tramite sinapsi inibitorie sugli  $\alpha$ -motoneuroni dei muscoli antagonisti. In tal modo si verifica l'inibizione simultanea degli  $\alpha$ -motoneuroni dei muscoli antagonisti (inibizione reciproca) per sostenere la contrazione muscolare del muscolo agonista. Una disfunzione di questo meccanismo di controllo neuromuscolare può causare una compromissione significativa del normale tono muscolare e può causare un disturbo muscolare neuro-muscolare, quando l'inibizione dei muscoli antagonisti è disturbata ed i muscoli agonisti si sovra-contraggono per compenso.

Il crescente affaticamento accompagnato da un calo della forza muscolare aumenterà l'attività degli  $\alpha$ -motoneuroni dei muscoli agonisti attraverso la disinibizione della componente Ib. L'aumento dell'attività degli  $\alpha$ -motoneuroni può portare ad una sovra-contrazione delle singole unità motorie del muscolo bersaglio con conseguente “fermezza” muscolare dolorosa che può impedire ad un atleta di praticare l'attività sportiva.

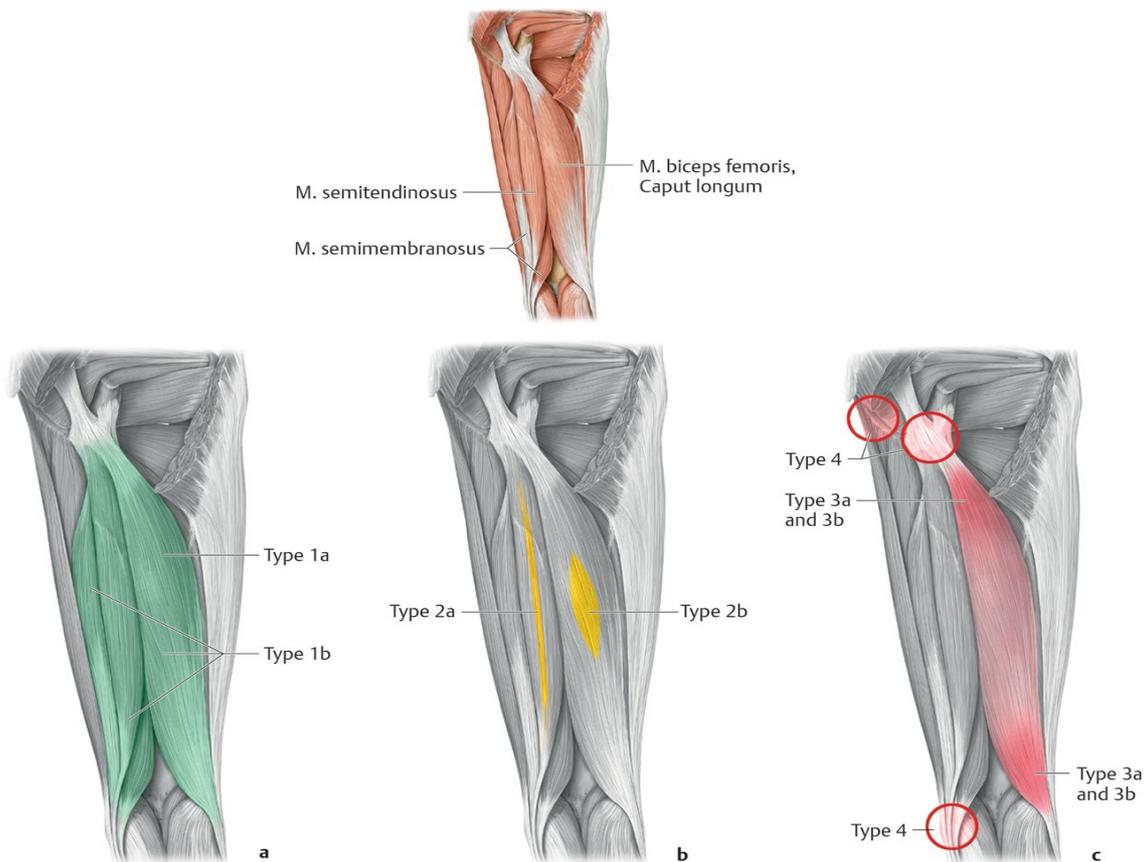


Figura 1: illustrazione anatomica della sede e dell'entità degli infortuni muscolari funzionali e strutturali (muscoli posteriori della coscia). (A) Disturbo muscolare correlato allo sforzo eccessivo, (B) Disturbo muscolare neuro-muscolari, (C) "Tear" muscolare parziale e (sub)totale (adattata da Mueller-Wohlfahrt HW et al. 2013)<sup>8</sup>.

- Infortuni strutturali:** gli infortuni muscolari strutturali più rilevanti, ovvero infortuni "con prove macroscopiche" di danni muscolari, sono infortuni indiretti e sono lesioni indotte da allungamento ("*stretch-induced*") causate da un brusco allungamento forzato, oltre i limiti visco-elastici del muscolo, che si verifica durante una potente contrazione. Queste lesioni hanno solitamente sede nella giunzione mio-tendinea, dal momento che quest'area presenta dei punti biomeccanici deboli. Una "tear" può verificarsi ovunque lungo la catena muscolo-tendine-osso sia in modo acuto che in modo cronico. L'esatta conoscenza della macro/micro-anatomia muscolare è importante per comprendere, definire correttamente e classificare gli infortuni strutturali indiretti.
- "Tear" muscolare parziale:** la maggior parte degli infortuni strutturali indiretti sono di questo tipo; l'esperienza clinica mostra chiaramente che la maggior parte degli infortuni parziali possono essere assegnati ad uno delle 2 seguenti tipologie:

- “*Tear*” muscolare parziale minore
- “*Tear*” muscolare parziale moderata

Queste due tipologie hanno rilevanza per quanto riguarda la terapia e per il tempo di assenza dallo sport. Proprio per questo motivo gli infortuni strutturali indiretti dovrebbero essere sotto-classificati. In generale, si possono distinguere le “*tear*” parziali minori, con un diametro massimo minore rispetto alla grandezza del fascio/fascicolo, e “*tear*” parziali moderate, con un diametro maggiore rispetto alla grandezza del fascio/fascicolo; oltre alle dimensioni, è la partecipazione del tessuto connettivo adiacente (endomisio, perimisio ed epimisio) e della fascia che distinguono una lesione parziale minore da una lesione parziale moderata. Tracciare una chiara differenziazione tra “*tear*” muscolari parziali appare difficile a causa dell'eterogeneità dei muscoli che possono essere strutturati in modo molto diverso. Le odierne conoscenze tecniche (RMN ed ecografia) non sono abbastanza precise per determinare e dimostrare l'effettivo difetto muscolare all'interno della zona di lesione, dell'ematoma e/o del liquido visto nella RMN, che a volte è un po' ipersensibile portando di solito a sovrastimare il danno effettivo. Rimarrà una sfida degli studi futuri escludere esattamente la dimensione che descrive il cut-off tra una “*tear*” parziale muscolare minore ed una moderata.

- **“*Tear*” muscolare (sub)totale ed avulsione tendinea:** le “*tear*” muscolari complete, con un'interruzione del muscolo in toto, sono molto rare; le lesioni muscolari subtotali e le avulsioni tendinee sono, invece, molto più frequenti. L'esperienza clinica mostra che gli infortuni che coinvolgono più del 50% del diametro muscolare (“*tear*” subtotali) hanno un tempo di guarigione simile alle “*tear*” complete. Le avulsioni tendinee sono incluse nel sistema di classificazione poiché significano, biomeccanicamente, una lesione totale dell'origine o dell'inserzione muscolare. Si possono verificare anche delle lesioni intra-tendinee del tendine libero (ovvero quella parte di tendine che non ha fibre muscolari correlate) o del tendine intramuscolare.
- **Contusione muscolare (*muscle contusion*):** a differenza degli infortuni indiretti (causati da forze interne), le lacerazioni (“*laceration*”) o contusioni (“*contusion*”) sono causate da forze esterne dirette acute. Gli infortuni da contusione sono

comuni negli atleti e rappresentano un infortunio complesso che include un trauma da impatto del tessuto muscolare ed ematoma associato. La gravità dell'infortunio dipende dalla forza di contatto, dallo stato di contrazione del muscolo interessato al momento dell'infortunio e da altri fattori. Le contusioni possono essere classificate in lievi, moderate e gravi. L'infortunio da contusione può portare a sanguinamento diffuso o circoscritto che sposta e comprime le fibre muscolari causando dolore e perdita di movimento, ma non sono necessariamente accompagnate da un danno strutturale del tessuto muscolare; in ogni caso le contusioni possono anche portare a gravi complicazioni come la sindrome compartimentale acuta, il sanguinamento attivo o grandi ematomi.

Il consenso ha avuto lo scopo di standardizzare le definizioni ed i termini relativi ai disturbi ed infortuni muscolari proponendo una classificazione pratica e completa. Le introduzioni degne di nota di questo consenso sono:

- I “disturbi muscolari funzionali” sono differenziati dagli “infortuni strutturali”
- L'uso del termine “*strain*” non è più raccomandato, poiché è un termine biomeccanico, non ben definito ed è utilizzato indiscriminatamente per infortuni muscolari anatomicamente e funzionalmente diversi; al posto di questo termine si propone di utilizzare il termine “*tear*”
- Questa classificazione è più applicabile agli infortuni muscolari degli arti inferiori, ma essa può essere estesa anche all'arto superiore

La struttura del sistema di classificazione completo sugli infortuni muscolari sportivi, sviluppata durante la riunione di consenso, è mostrata nella tabella seguente:

**Classificazione completa delle lesioni muscolari: definizioni e presentazioni cliniche**

<b>Tipologia</b>	<b>Classificazione</b>	<b>Definizione</b>	<b>Sintomi</b>	<b>Segni clinici</b>	<b>Sede</b>	<b>RMN/Ecografia</b>
<b>1A</b>	<b>Disturbo muscolare indotto da fatica</b>	Aumento longitudinale circoscritto del tono muscolare (fermezza muscolare) dovuto allo sforzo eccessivo, al cambiamento della superficie di gioco o al cambiamento dei modelli di allenamento.	Fermezza muscolare dolorante. Aumenta con il proseguo dell'attività. Può provocare dolore a riposo. Si presenta durante o dopo l'attività.	Dolore sordo, diffuso e tollerabile, al muscolo coinvolto, aumento di tono circoscritto. Gli atleti riferiscono "rigidità muscolare".	Coinvolgimento focale fino a tutta la lunghezza del muscolo.	Negativa.
<b>1B</b>	<b>Dolore muscolare ad insorgenza ritardata (DOMS)</b>	Dolore muscolare più generalizzato a seguito di decelerazioni o attività eccentriche non abituali.	Dolore infiammatorio acuto. Dolore a riposo. Si presenta ad ore dopo l'attività.	Gonfiore edematoso, muscoli rigidi. Il ROM delle articolazioni limitrofe è limitato. Dolore alla contrazione isometrica. Lo stretching allevia.	Per lo più l'intero muscolo o gruppo muscolare.	Negativa o solo edema.
<b>2A</b>	<b>Disturbo muscolare neuro-muscolare correlato alla colonna vertebrale</b>	Aumento longitudinale circoscritto del tono muscolare (fermezza muscolare) dovuto a disturbi funzionali o strutturali spinali/lombo-pelvici.	Fermezza muscolare dolorante. Aumenta con il proseguo dell'attività. Nessun dolore a riposo.	Aumento longitudinale circoscritto del tono muscolare, edema discreto tra muscolo e fascia. Sensibilità cutanea occasionale, reazione di difesa allo stretching muscolare. Dolore alla pressione.	Fascio/fascicolo muscolare od esteso gruppo muscolare lungo tutta la lunghezza del muscolo.	Negativa o solo edema.
<b>2B</b>	<b>Disturbo muscolare neuro-muscolare correlato al muscolo</b>	Area circoscritta (fusiforme) di incremento del tono muscolare (fermezza muscolare). Può derivare da un controllo neuromuscolare disfunzionale come l'inibizione reciproca.	Dolore, graduale incremento di fermezza muscolare e tensione. Dolore simile ad un crampo.	Area circoscritta (fusiforme) di incremento del tono muscolare, gonfiore edematoso. Lo stretching allevia. Dolore alla pressione.	Per lo più lungo tutta la lunghezza del ventre muscolare.	Negativa o solo edema.
<b>3A</b>	<b>Lesione muscolare parziale minore</b>	Lesione con diametro massimo inferiore al fascio/fascicolo muscolare.	Dolore da fitta (trafittivo), come da ago o lancia, al momento dell'infortunio. Gli atleti sperimentano spesso un "colpo secco" seguito da improvvisa insorgenza di dolore localizzato.	Dolore localizzato ben definito. Probabile difetto palpabile nelle fibre all'interno di una banda muscolare dura. Lo stretching aggrava il dolore.	Principalmente la giunzione mio-tendinea.	Positiva per una interruzione della fibra nella HRMN*. Ematoma intramuscolare.

3B	<b>Lesione muscolare parziale moderata</b>	Lesione con diametro maggiore di un fascio/fascicolo muscolare.	Dolore lancinante o da fitta (trafittivo), spesso si evidenzia una lesione al momento dell'infortunio. Gli atleti sperimentano spesso un "colpo secco" seguito da improvvisa insorgenza di dolore localizzato. L'atleta può cadere.	Dolore localizzato ben definito. Difetto palpabile nel muscolo, spesso ematoma, lesione della fascia. Lo stretching aggrava il dolore.	Principalmente la giunzione mio-tendinea	Positivo per una significativa interruzione delle fibre, probabilmente include una certa retrazione. Lesione fasciale ed ematoma intermuscolare.
4	<b>Lesione muscolare subtotale o completa/avulsione tendinea</b>	Lesione che coinvolge sub-totalmente o completamente il diametro muscolare/infortunio tendineo che coinvolge la giunzione osteo-tendinea.	Dolore sordo al momento dell'infortunio. Notevole "tearing". Gli atleti sperimentano spesso un "colpo secco" seguito da improvvisa insorgenza di dolore localizzato. Spesso cadono.	Grande difetto nel muscolo, ematoma, gap palpabile, retrazione muscolare, dolore al movimento, perdita di funzione.	Principalmente la giunzione mio-tendinea o la giunzione osteo-tendinea.	Discontinuità subtotale o completa del muscolo/tendine. Possibile morfologia tendinea ondulare e retrazione. Lesione della fascia ed ematoma intermuscolare.
Contusione	<b>Lesione diretta</b>	Trauma muscolare diretto a causa di una forza da impatto. Porta ad ematoma diffuso o circoscritto all'interno del muscolo causando dolore e perdita di movimento.	Dolore sordo al momento dell'infortunio con possibile incremento a causa dell'aumento dell'ematoma. Gli atleti spesso riportano un preciso meccanismo esterno.	Dolore diffuso, sordo, ematoma, dolore al movimento, gonfiore, riduzione del ROM, dolenzia alla palpazione dipendente dalla severità dell'infortunio. Gli atleti possono continuare la pratica sportiva al contrario che negli infortuni strutturali indiretti.	Qualsiasi muscolo specialmente il vasto intermedio ed il retto femorale.	Ematoma diffuso o circoscritto di varie dimensioni.

## 2. Classificazione Britannica

La classificazione Britannica<sup>15</sup> (2014) parte dal presupposto che i sistemi di classificazione siano importanti per professionisti sanitari, allenatori ed atleti e dovrebbero fornire indicazioni prognostiche e terapeutiche. Purtroppo, i più diffusi sistemi di classificazione muscolare sono semplicistici e sono basati, di solito, su 3 gradi di lesione rappresentati essenzialmente da infortuni minori, moderati e completi. All'interno di questi sistemi di classificazione ampiamente utilizzati, si potrebbe dire che manca sia coerenza nella terminologia sia chiarezza nelle entità diagnostiche.

Il consenso di Monaco ha proposto sistemi alternativi di grading muscolare. Il sistema di classificazione di Monaco classifica gli infortuni come “funzionali” oppure “strutturali”. Nonostante il consenso di Monaco abbia introdotto moltissime novità l'ampio intervallo della durata del RTP suggerisce che le informazioni prognostiche veramente benefiche da questo sistema di classificazione siano ancora carenti. La proposta di Monaco trascura gran parte delle recenti evidenze che dimostravano un significato prognostico, come ad esempio:

- Sede della lesione
- Lunghezza della lesione
- Coinvolgimento dei tendini
- Presentazioni negative alla RMN
- Dimensione della sezione trasversale

Questo sistema, in particolare per quanto riguarda la componente “strutturale” non sviluppa un grading degli infortuni muscolari che vada oltre ai sistemi di grading semplicistici attualmente in uso, i quali sono davvero limitati nella loro differenziazione degli infortuni, capacità prognostiche e rilevanza terapeutica. Per quanto riguarda l'aspetto della classificazione "funzionale" del consenso di Monaco, nonostante la mancanza di entità diagnostiche chiaramente definite o evidenze di capacità prognostiche, può ancora essere utile ai medici per sviluppare la comprensione e le strategie di trattamento.

Il sistema di classificazione proposto da Chan<sup>39</sup> (2012) descrive una classificazione di imaging basata sulla sede e sul tipo di infortunio tissutale; in questa classificazione è

presente una diagnosi anatomica che può avere rilevanza prognostica. Tuttavia, la nomenclatura mantiene il termine “*strain*”, il quale è un termine sconsigliato dal consenso di Monaco, non definisce chiaramente i limiti di ogni grado, ignora gli infortuni RMN-negativi e la grande maggioranza delle “*tear*” sono all'interno dello stesso grado. Con il miglioramento della risoluzione della RMN e della nostra comprensione sulle rilevanti caratteristiche prognostiche e anatomiche degli infortuni muscolari, sarà possibile sviluppare un sistema di grading che utilizzi queste scoperte. La recente proposta di Chan e del consenso di Monaco sono aggiunte gradite che hanno stimolato l'interesse in questo settore. Tuttavia, rimane evidente la necessità di fornire un approccio clinicamente rilevante, evidentemente coerente e logico.

Il team del British Athletics Medical ha sviluppato un sistema di grading degli infortuni muscolari che possiede un quadro diagnostico chiaro ed utilizza le evidenze prognostiche disponibili per aiutare nella classificazione. È stata principalmente sviluppata come classificazione degli infortuni agli ischio-crurali, ma con il potenziale di essere estrapolato per l'uso in altre sedi di infortuni muscolari.

Secondo la British Athletics Medical sono presenti 5 gradi di infortuni muscolari in questo sistema che vanno dal grado 0 al grado 4; i gradi 1–4 sono ulteriormente suddivisi in uno dei tre gruppi diagnostici (a, b o c) in base alla sede e all'entità della lesione. L'infortunio è classificato con un numero ed una lettera, tanto alti quanto le caratteristiche dell'infortunio. In accordo con il consenso di Monaco l'uso del termine “*strain*” non è raccomandato ed è più appropriato usare “*tear*” per descrivere gli infortuni di grado 1-4.

Per infortuni di grado 1-4:

- Il suffisso '**a**' denota un infortunio mio-fasciale nell'aspetto esteriore/periferico del muscolo
- Il suffisso '**b**' denota un infortunio all'interno del ventre muscolare, più comunemente nella giunzione miotendinea (MTJ)
- Il suffisso '**c**' denota un infortunio che si estende nel tendine

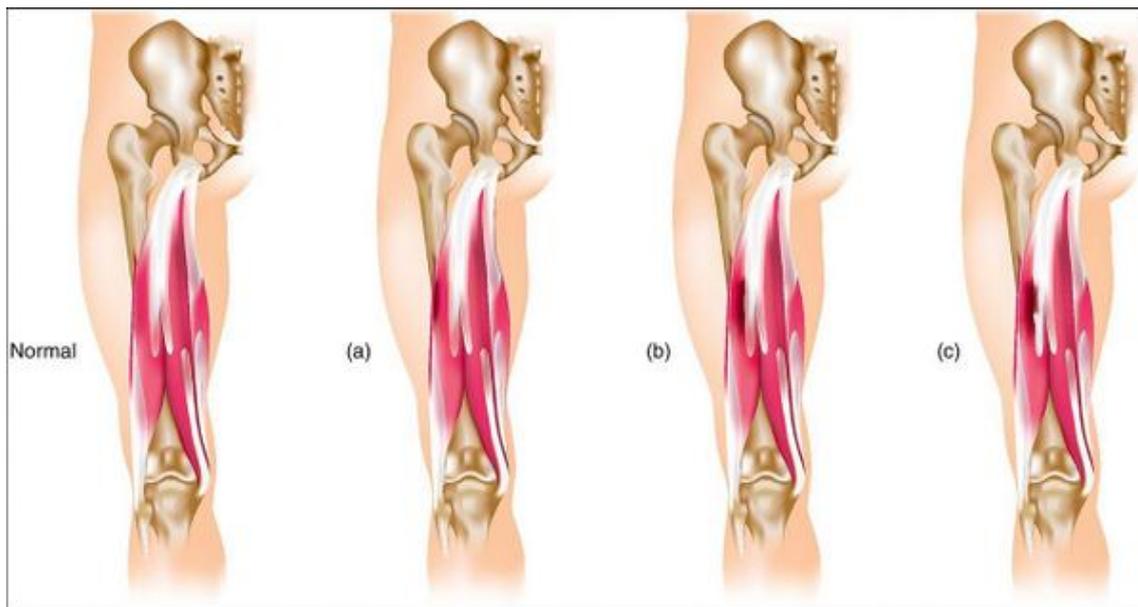


Figura 2: classificazione dipendente dal sito anatomico di lesione: (a) Mio-fasciale, (b) Mio-tendineo, (c) Intra-tendineo (adattato da Pollock N et al, 2014)<sup>15</sup>.

Il sito più comune di infortunio è nella MTJ e questo può essere associato a necessità di riabilitazione diverse e più prolungate rispetto ad una lesione mio-fasciale periferica. Vi sono prove che gli infortuni intra-tendinei sono associati ad una prognosi più sfavorevole e quindi il coinvolgimento intra-tendineo è stato classificato alla fine della scala come "c". C'è un ulteriore descrittore incluso nella classificazione per indicare la sede di lesione (terzo prossimale, mediale o distale) relativo all'origine del muscolo.

La risonanza magnetica può essere eseguita su un sistema 1,5 o 3 T, idealmente a 24-48h a seguito dell'infortunio. I marcatori cutanei devono essere posizionati nel sito del dolore massimo dell'atleta prima dell'imaging. Lo studio della risonanza magnetica dovrebbe includere una combinazione di acquisizioni in tre piani ortogonali. L'inserzione muscolare più vicina al sito dell'infortunio deve essere inclusa in quanto questo definirà l'entità prossimale o distale dell'imaging. Spesso è necessario, soprattutto se i sintomi dell'atleta sono scarsamente localizzati, comprendere l'intera coscia per garantire uno studio ottimale. L'esatta scelta delle sequenze dipenderà, in una certa misura, dalle preferenze del singolo radiologo. Le sequenze coronali e sagittali sono utilizzate principalmente per valutare l'estensione longitudinale dell'infortunio ed il coinvolgimento tendineo. Le immagini assiali consentono di trasmettere informazioni anatomiche ottimali e l'area della sezione trasversale.

- **Infortunio di grado 0:** nel sistema di classificazione britannico gli infortuni di grado 0 sono classificati come:
  - 0a: infortunio neuromuscolare focale con RMN normale. Il grado 0a si classifica con una presentazione clinica di dolenzia muscolare focale che di solito si presenta dopo esercizio, ma può verificarsi anche durante l'esercizio. È caratterizzato da nessuna, o poca, inibizione della contrazione o riduzione della forza durante i test manuali. Il medico può essere in grado di palpare un'area focale di aumento del tono muscolare. Questo quadro clinico riflette probabilmente un processo patologico di danno muscolare microscopico o di irritazione del nervo periferico. Il grado 0a è un "infortunio muscolare RMN-negativo", descritto nella letteratura ed associato ad una prognosi ottimale.
  - 0b: dolenzia muscolare generalizzata con RMN normale o caratteristica dei DOMS. Il grado 0b rappresenta l'indolenzimento muscolare generalizzato, che si verifica più comunemente dopo esercizi non abituali, spesso indotto da attività eccentrica ed è frequentemente chiamato DOMS.
  
- **Infortunio di grado 1:** gli infortuni di grado 1 sono piccoli infortuni del muscolo. L'atleta di solito si presenta con dolore durante o dopo l'attività. Il range di movimento dell'atleta, a 24h, è di solito normale e, anche se ci può essere dolore alla contrazione, la forza e l'avvio della contrazione possono essere ben mantenute durante l'esame clinico.
  - Gli infortuni di grado 1a si estendono dalla fascia e mostrano un elevato cambiamento del segnale nella periferia del muscolo. Di solito non è visibile una franca interruzione della fibra muscolare, ma, tracce di rottura della fibra inferiori ad 1cm con un limitato cambiamento di segnale, come osservato sopra, possono essere classificate in questo grado. Il fluido/ematoma intermuscolare alla RMN può essere evidente all'interno dei piani fasciali su una distanza maggiore.
  - Gli infortuni di grado 1b hanno sede all'interno del muscolo o, più comunemente, presso l'MTJ. In questa sede è evidente un elevato cambiamento di segnale nella periferia del muscolo. Di solito non è visibile una franca interruzione della fibra muscolare, ma, tracce di rottura della fibra inferiori ad 1cm con un limitato cambiamento di segnale, come osservato sopra, possono essere classificate in questo grado.

- **Infortunio di grado 2:** gli infortuni di grado 2 sono infortuni moderati del muscolo. Di solito si presenta con dolore durante l'attività che richiede una sospensione dalla stessa. Il range di movimento dell'arto interessato, a 24h, di solito mostra una certa limitazione con dolore all'avvio della contrazione e di solito con debolezza rilevabile da parte del medico.
  - Gli infortuni di grado 2a, di solito, si estendono dalla fascia periferica al muscolo. L'esperienza clinica suggerisce che essi possono essere associati ad una storia clinica di dolore durante un cambio di direzione ed i test di forza manuale possono essere meno ridotti con infortuni di grado 2a rispetto ad altri infortuni di grado 2. Alla RMN è evidente un elevato cambiamento di segnale dalla periferia del muscolo. Il cambiamento di segnale misura tra il 10% e il 50% dell'area della sezione trasversale di quel muscolo nel sito di lesione o si estende tra 5-15cm all'interno del muscolo. L'interruzione architettónica della fibra è inferiore a 5cm.
  - Gli infortuni di grado 2b avvengono all'interno del muscolo o più comunemente all'MTJ. Il cambiamento di segnale misura tra il 10%-50% dell'area della sezione trasversale o ha una lunghezza longitudinale tra 5-15cm. È probabile che si evidenzia una discontinuità delle fibre inferiore a 5cm.
  - Gli infortuni di grado 2c si estendono fino al tendine, ma infortuni all'interno del tendine sono evidenti per una lunghezza longitudinale inferiore a 5cm e per meno del 50% del diametro massimo del tendine alle immagini assiali. Se la lesione è vicina alla terminazione del tendine libero ci può essere una certa perdita di tensione.
  
- **Infortunio di grado 3:** gli infortuni di grado 3 sono “tears” estese al muscolo. L'atleta di solito si presenta con improvvisa insorgenza di dolore e può cadere a terra. Il range di movimento a 24h è di solito significativamente ridotto e c'è dolore al cammino. Solitamente c'è evidente debolezza alla contrazione.
  - Gli infortuni di grado 3a (mio-fasciale) e 3b (muscolare/mio-tendineo) mostreranno delle caratteristiche, alla RMN, di elevato cambiamento del segnale superiore al 50% dell'area della sezione trasversale muscolare o superiore a 15cm di lunghezza. Ci saranno tracce di interruzione dell'architettura della fibra che probabilmente supererà i 5cm. I gradi 3a e 3b differiscono per la sede che si estende alla periferia (3a) o all'interno del muscolo/MTJ (3b).

- Gli infortuni di grado 3c (intra-tendinei) mostrano tracce di infortunio al tendine su una lunghezza longitudinale superiore a 5cm o superiore al 50% dell'area della sezione trasversale massima del tendine. Non ci sono prove di un difetto completo, ma ci può essere perdita della linearità dei margini e di tensione tendinea, suggerendo una certa perdita di integrità tendina.
- **Infortunio di grado 4:** gli infortuni di grado 4 sono lesioni complete sia muscolari (4) che tendinee (4c). L'atleta sperimenta un'improvvisa insorgenza di dolore ed immediata e significativa limitazione all'attività. Si avverte spesso un “*gap*” palpabile.

Questo nuovo sistema di classificazione muscolare è focalizzato anatomicamente ed utilizza le evidenze disponibili sulla prognosi delle lesioni muscolari per caratterizzare la classificazione; la classificazione fornisce al professionista sanitario informazioni anatomiche e patologiche pertinenti che possono essere utilizzate per guidare una riabilitazione appropriata per il tessuto infortunato. Tutto questo potrebbe fornire la base per una consulenza ed un'adeguata comunicazione ad atleti ed allenatori, nonché una struttura per la futura ricerca nella prevenzione e nel trattamento degli infortuni muscolari sportivi.

Le novità che sono state introdotte da questo sistema di classificazione sono le seguenti:

- Nuova classificazione delle lesioni muscolari
- Classificazione basata sull'entità (grado 0-4) e sito (a, b, c) della lesione
- Il sito della lesione è determinato come:
  - Mio-fasciale (a)
  - Muscolare/mio-tendineo (b)
  - Intra-tendineo (c)
- L'entità della lesione è determinata dalle caratteristiche della RMN

### 3. Classificazione Spagnola

La classificazione Spagnola<sup>42</sup> (2017) afferma che il pilastro per la diagnosi e la classificazione degli infortuni muscolari è un'accurata anamnesi ed un esame obiettivo, assistito da indagini ecografiche e di risonanza magnetica. Negli anni sono stati pubblicati diversi sistemi di classificazione e grading ed alcuni di questi sistemi si basano sia su

studi clinici che di imaging, mentre altri si basano su una combinazione di valutazione clinica e di imaging. Uno dei recenti approcci di classificazione combinata è la dichiarazione di consenso di Monaco, all'interno della quale si è concluso che la proposta era migliore per gli infortuni "strutturali" rispetto a quelli "funzionali". Anche la British Athletics ha proposto un sistema di classificazione degli infortuni muscolari, che ha dimostrato riproducibilità e coerenza; il loro sistema di classificazione riconosce che gli infortuni che si estendono nella parte tendinea sono associati ad un'assenza dal gioco più lunga e ad un aumento del tasso di recidiva.

Tuttavia, questi sistemi di classificazione utilizzano termini ambigui, come "mio-fasciale", nella British Athletics, e "funzionale", nel consenso di Monaco. Questo potrebbe impedire un uso unitario di entrambe le classificazioni. Un sistema di classificazione ideale dovrebbe includere termini non ambigui, essere di facile applicazione e descrivere risultati oggettivi chiaramente dimostrabili. Inoltre, un sistema di classificazione degli infortuni muscolari che abbia un reale valore clinico per i sanitari, allenatori ed atleti, dovrebbe avere validità prognostica. Di conseguenza, la creazione di un sistema di classificazione basato esclusivamente sullo studio di dati clinici o di imaging rappresenta una sfida e, come tale, non esiste ancora un accordo unanime sull'utilità e l'applicazione clinica dei sistemi di classificazione disponibili.

Lo scopo della classificazione Spagnola è quello di descrivere un sistema di classificazione per gli infortuni muscolari che abbia:

- Facile applicazione clinica
- Adeguato raggruppamento di infortuni con disabilità funzionali simili
- Potenziale valore prognostico

Gli infortuni muscolari sono sempre stati classificati come diretti o indiretti. Negli hamstring, ad esempio, gli infortuni indiretti sono considerati di tipo "sprint" ("*sprint-type*") o "stretching" ("*stretch-type*"), con una relazione tra il meccanismo di infortunio, la sede e la prognosi. Gli infortuni muscolari indiretti sono tipicamente situati vicino alla giunzione mio-tendinea (MTJ), prossimalmente o distalmente, o all'interno del tendine intra-muscolare. Essi sono stati anche descritti, all'ecografia ed alla RMN, come infortuni che coinvolgono la periferia del muscolo (epimisio e fascia). Viceversa, gli infortuni diretti si verificano nel punto in cui avviene il contatto. Gli infortuni muscolari diretti sono stati gradati in base ai segni clinici; se, quando si verifica l'impatto, il muscolo si

trova in uno stato di contrazione, l'energia viene assorbita meglio e, di conseguenza, si osserva un minor danno istologico. La dimensione degli infortuni muscolari diretti non è ben correlata con i segni clinici e la disabilità funzionale e, tali infortuni, di solito, hanno una migliore evoluzione con un tempo di recupero più breve rispetto agli infortuni indiretti.

Questa nuova classificazione include anche i fattori prognostici all'interno del sistema considerando l'inclusione delle caratteristiche cliniche e di imaging come potenziali fattori prognostici in base all'esperienza ed agli studi disponibili.

Per quanto riguarda le caratteristiche cliniche, in un infortunio muscolare diretto la forza che produce l'infortunio deriva dall'esterno ed il danno muscolare si verifica a seguito della compressione tra la forza esterna e l'osso. Questo infortunio tende ad essere più superficiale se il muscolo si trova in uno stato di contrazione o più profondo se il muscolo si trova in uno stato di rilassamento. Negli infortuni indiretti, la forza che crea l'infortunio viene trasmessa attraverso la membrana extracellulare; più la sede dell'infortunio è vicina all'origine dell'MTJ, maggiore sarà la quantità di ECM infortunata e più grave sarà la disabilità clinica. Altri segni e sintomi utilizzati come fattori prognostici sono:

- Il tempo necessario per camminare in assenza di dolore dopo un infortunio agli hamstring
- Caratteristiche funzionali specifiche

Gli infortuni che richiedono più di 24h prima della camminata indolore sono stati correlati ad assenza dal gioco superiore a 3 settimane. Per quanto riguarda le caratteristiche funzionali, invece, il deficit di ROM attivo del ginocchio, dopo un infortunio agli hamstring, può essere un valido parametro per gradare la gravità dell'infortunio ed il tempo di recupero.

Per quanto riguarda l'imaging la RMN o l'ecografia sono stati utilizzati per stabilire una relazione tra l'evoluzione dell'infortunio ed il tipo, la sede, il coinvolgimento tendineo e l'entità dell'infortunio. Anche se gli studi di imaging hanno un buon valore diagnostico la loro utilità nel prevedere il RTP, usando l'edema come marcatore, è limitata. Degli studi hanno cercato di stabilire un'associazione tra le diverse misurazioni di imaging e l'assenza dal gioco; la percentuale dell'area di sezione trasversale, la lunghezza cranio-

caudale ed il volume dell'infortunio erano i parametri RMN associati all'assenza dal gioco. Questi parametri forniscono informazioni prognostiche date dalla loro relazione con la quantità di fibre interrotte ed il grado di disfunzione e, quindi, suggeriscono il tempo di recupero.

In conclusione, si può affermare che diversi parametri relativi all'entità dell'infortunio muscolare ed al coinvolgimento del tendine sono potenzialmente associati alla durata dell'assenza dalla competizione; tali parametri possono guidare i clinici durante la gestione di questi infortuni e, di conseguenza, dovrebbero essere incorporati in un sistema di classificazione.

Il nuovo sistema di classificazione prevede 4 categorie principali correlate ai parametri con rilevanza clinica e prognostica:

- Meccanismo di infortunio (**M**)
- Sede di infortunio (**L**)
- Grading della gravità (**G**)
- Numero di re-infortuni muscolari (**R**)

La classificazione può quindi essere abbreviata con la sigla MLG-R. La categoria M è sinonimo di infortunio muscolare diretto o indiretto, sotto-classificate ulteriormente come “*sprint-type*” (P) o “*stretch-type*” (S). La categoria L è suddivisa in infortuni situati presso il terzo prossimale, medio o distale del ventre muscolare ed ulteriormente sotto-classificate in base al rapporto con l'MTJ. La categoria G viene valutata alla RMN-T2 pesata (la presenza di un segnale iper-intenso è considerata positiva), e ci si è accordati sul fatto che la RMN deve essere eseguita tra 24 e 48h a seguito di un infortunio. La categoria R è definita come un infortunio dello stesso tipo e sede che si verifica durante i primi 2 mesi dopo il ritorno completo alla competizione; un re-infortunio è il verificarsi di un infortunio muscolare che colpisce lo stesso muscolo e la stessa MTJ alla pari dell'infortunio iniziale.

Un aspetto fondamentale di qualsiasi classificazione di consenso è l'uso di una terminologia chiara, non ambigua ed il meno soggettiva possibile e, anche, che i concetti inclusi tengano conto del più alto grado di consenso tra gli esperti. Il termine "mio-fasciale", ad esempio, è un termine ampiamente usato, che rappresenta una diversa sede

di infortunio con diversa evoluzione clinica e prognosi; questo termine è ambiguo ed altri termini come “periferico”, “mio-aponeurotico”, “epimisiale” o “aponeurosi distale” sono maggiormente consigliati. La definizione uniforme e l'uso appropriato di tutti questi termini rimane difficile ma necessaria per una comunicazione efficace tra operatori sanitari e ricercatori.

Uno dei concetti che è stato analizzato è stata la definizione di disturbo “funzionale” suggerito in un altro sistema di classificazione; si è concluso che attualmente gli infortuni “funzionali” non dovrebbero essere incorporati in questo sistema di classificazione in quanto richiedono un'ulteriore indagine per essere meglio compresi. L'assenza dal gioco, relativa ai disturbi funzionali, è alta, ma l'influenza di diversi fattori esterni su questa assenza dal gioco non può non essere considerata. Inoltre, il dolore muscolare ad insorgenza ritardata non dovrebbe essere incorporato come un infortunio muscolare poiché può essere più un processo adattivo che un infortunio di per sé. Questa classificazione, infine, non contiene termini come “*strain*” o “*tear*” per evitare malintesi.

Una delle insidie di qualsiasi sistema di classificazione è quello di evitare informazioni soggettive; per questo motivo si è cercato di fornire un “*grading item*” che potesse classificare gli infortuni sulla base di un parametro quantificabile (la % di “*Cross Sectional Area*”) in base al principio che più tessuto connettivo è danneggiato, maggiore è la disabilità funzionale e peggiore è la prognosi. L'obiettivo finale della quantificazione dei danni sarebbe quello di valutare la gravità dell'infortunio in termini di assenza dal gioco (“*time loss*”) e come marcatore di compromissione della forza.

Il re-infortunio è uno dei parametri dell'attuale sistema di classificazione in cui è stato raggiunto un consenso più facile; è un importante fattore predittivo di un periodo di recupero più lungo rispetto al primo infortunio. Proprio per questo motivo deve essere incluso nella classificazione degli infortuni muscolari.

Questo sistema di classificazione presenta dei limiti:

- È solo un modello teorico che deve ancora essere convalidato
- Parte delle informazioni contenute nella classificazione provengono dalla ricerca in letteratura per lo più legata agli infortuni agli hamstring ed al retto femorale; la sua applicabilità ad altri gruppi muscolari deve essere ulteriormente studiata

- La categoria di “grading” si basa su infortuni tendinei, presenza/assenza di edema ed alterazione architettonica o quantificazione del gap, ma non sulla quantificazione dell'edema; attualmente non ci sono dati oggettivi per stabilire un punto di cut-off per un grado di infortunio muscolare con un buon valore prognostico

Questo sistema di classificazione presenta dei punti di forza:

- Si basa sulla ricerca attualmente disponibile e l'esperienza di esperti clinici provenienti da istituzioni con esperienza nella valutazione di un alto volume di infortuni muscolari
- La definizione dettagliata dei livelli di grading e del suo potenziale valore prognostico e della facile applicazione clinica per i professionisti sanitari
- La classificazione può contribuire a migliorare la comunicazione tra i professionisti del settore sanitario e sportivo ed assisterli nel processo decisionale riguardo ai protocolli di riabilitazione e del RTP
- Si tratta di un sistema flessibile ed aperto, che consente un adattamento futuro per incorporare qualsiasi conoscenza successiva dimostrata rilevante per la prognosi o la diagnosi

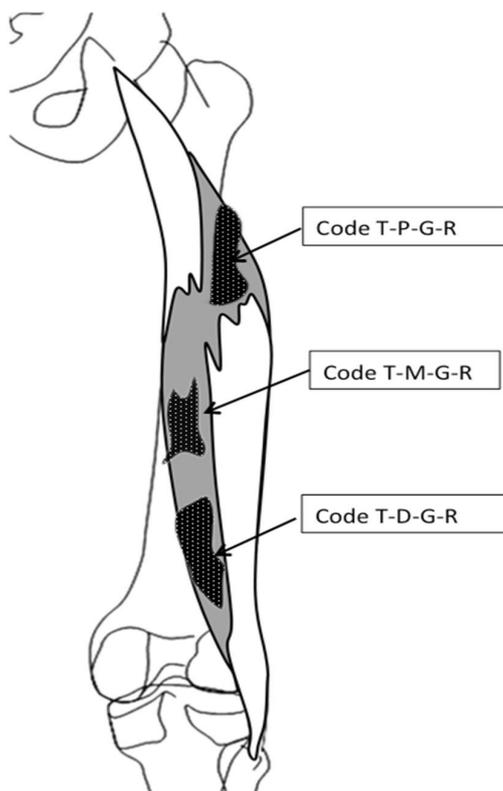


Figura 3: esempio di codificazione di infortuni diretti del capo lungo del bicipite femorale.

- *T-P-G-R*: infortunio diretto al capo lungo del bicipite femorale con sede nel terzo prossimale del ventre muscolare, più il corrispondente grado e numero di re-infortunio.
- *T-M-G-R*: infortunio diretto al capo lungo del bicipite femorale con sede nel terzo medio del ventre muscolare, più il corrispondente grado e numero di re-infortunio.
- *T-D-G-R* infortunio diretto al capo lungo del bicipite femorale con sede nel terzo distale del ventre muscolare, più il corrispondente grado e numero di re-infortunio.

(adattata da Valle X. et al, 2017)<sup>42</sup>.

I punti chiave di questa nuova classificazione delle lesioni muscolari sono i seguenti:

- Una nuova classificazione per gli infortuni muscolari basata sulle evidenze e sul consenso degli esperti
- L'acronimo MLG-R (meccanismo, sede, grading e re-infortunio) rappresenta le informazioni più preziose con applicazione clinica
- Questa nuova classificazione dovrebbe migliorare la comunicazione, in merito agli infortuni muscolari, tra professionisti della salute e preparatori atletici

#### **4. Riflessioni**

Tutti i sistemi di classificazione delle lesioni muscolari citati sono stati creati per potersi confrontare e dibattere sullo stesso argomento in modo univoco e condividendo lo stesso linguaggio. Purtroppo, questo, la maggior parte delle volte non avviene; nella stragrande maggioranza dei casi si è legati a dei vecchi sistemi di classificazione che identificano la lesione secondo dei gradi molto semplicistici. Molte volte quando si legge un referto medico si nota subito che non vengono utilizzate le classificazioni delle lesioni muscolari attualmente con maggiori evidenze; spesso si legge “lesione muscolare di primo o secondo o terzo grado” senza però specificare null'altro. Questo fa sì che non ci sia un avanzamento nella conoscenza e nell'interesse dell'argomento, sia da parte del medico che, in generale, di tutti i professionisti sanitari, dei preparatori atletici e dell'atleta stesso.

La stessa tipologia di linguaggio semplicistico viene anche utilizzata dalle testate giornalistiche sportive e da giornalisti, i quali non fanno altro che incentivare un utilizzo scorretto del linguaggio fornendo poche ed inutili informazioni sulla condizione di un atleta.

A mio parere, la dichiarazione di consenso di Monaco risulta molto difficile da utilizzare, sia per l'elevato numero di “gradi” in cui è divisa, sia perché c'è ancora tanta confusione sull'utilizzo del termine “strutturale” e “funzionale”; inoltre, l'introduzione in questa classificazione dei DOMS risulta fuorviante in quanto quest'ultimo non può essere classificato come un infortunio muscolare, anche se della più piccola entità. In aggiunta a questo si potrebbe anche affermare che, ormai, è un sistema di classificazione delle lesioni muscolari che ha già una decina di anni e che in questo lasso di tempo i sistemi di

imaging e le conoscenze in questo ambito sono aumentate notevolmente, facendo sì che questo sistema di classificazione si possa ormai considerare “datato”.

La classificazione Britannica, secondo me, è più semplice e più intuitiva; la presenza di 5 “gradi” e di 3 lettere per classificare il “*grading*” della lesione rendono questa classificazione semplice da comprendere, da utilizzare e da applicare. Il fatto che maggiore è il grado e la lettera forniscono una comprensione immediata del danno muscolare. Inoltre, questo sistema di classificazione fornisce indicazioni sulle tempistiche di recupero e sul RTP, cosa che non viene riportata nella dichiarazione di consenso di Monaco, il quale è un dato fondamentale per tutte le persone che vengono coinvolte in un percorso riabilitativo di una “*tear*” muscolare.

Infine, nel sistema di classificazione spagnolo l’acronimo MLG-R è in grado di fornire un grandissimo numero di informazioni sulla “*tear*” del nostro paziente e rappresenta una delle informazioni più preziose all’interno dell’applicazione clinica; il fatto che un semplice acronimo dia informazioni sul meccanismo, sulla sede, sul *grading* e sul re-infortunio rende questa classificazione facile da utilizzare e condivisibile sia con altri professionisti della salute, sia con i preparatori atletici e sia con gli atleti. L’applicazione clinica è però il deficit di questo sistema di classificazione, in quanto da anni è solo un modello teorico e, di conseguenza, non si hanno molti feedback sulla sua applicabilità e, soprattutto, sulla validità di tale classificazione. Il fatto però che sia relativamente “giovane” fa sperare che abbia preso in considerazione tutte le critiche portate ai precedenti sistemi di classificazione delle lesioni muscolari e che le abbia migliorate fornendo un sistema che risulti pressoché impeccabile.

All’interno della pratica clinica quotidiana l’utilizzo di questi sistemi di classificazione può avere degli aspetti positivi e degli aspetti negativi; il fatto, ad esempio, di utilizzare un sistema di classificazione permette di avere un quadro ben preciso e delineato di tutte le “*tear*” muscolari che si possono incontrare all’interno della propria carriera professionale e potrebbe anche permettere di eseguire dei grossi passi in avanti da un punto di vista riabilitativo. Ad esempio, una qualsiasi lesione, di qualsiasi grado e localizzazione, se trattata in un certo modo, potrebbe aprire delle strade ad un percorso riabilitativo che potrebbe essere utilizzato su una lesione simile, ma in un’altra localizzazione. Questo potrebbe permettere di “standardizzare” il percorso riabilitativo,

cercando delle evidenze non solo per la classificazione delle lesioni muscolari, ma anche per il loro trattamento. Un punto negativo, dovuto più al poco utilizzo delle classificazioni, sta nel fatto che se si invia, o si riceve, un paziente che è stato visto da un collega che non utilizza queste classificazioni non si fa altro che perdere tempo; infatti, si dovrà eseguire una nuova valutazione, stimare il “*grading*” della lesione e poi impostare un percorso riabilitativo magari diverso da quello eseguito finora.

Un altro aspetto critico della pratica clinica potrebbe essere quello dell’utilizzo della RMN; per ovviare a questo, a mio parere, questa dovrebbe essere utilizzata solamente nel caso di forte dubbio sull’entità della lesione (quindi ai livelli più alti del “*grading*”), oppure quando la descrizione dell’evento e dei segni e sintomi riportati dal paziente non così chiari da giustificare la presenza di una “*tear*” muscolare. Ad esempio, se il paziente riferisce di aver sentito un dolore trafittivo, accompagnato da un “colpo secco” e dalla seguente insorgenza di dolore elevato, oltre che all’eventuale caduta, si può facilmente intuire che la probabilità di essere di fronte ad una lesione muscolare sia abbastanza elevata. Inoltre, l’utilizzo della RMN ai gradi più elevati di lesione fa sì che, nel caso di avulsione o di una lesione completa, si faccia referral allo specialista più adatto. Se i sintomi fossero più sfumati e la descrizione dell’evento fosse più vaga, ma noi sospettassimo comunque una lesione muscolare vista la presenza di dolore e, probabilmente, di un ROM limitato allora, a mio parere, sarebbe utile sottoporre il paziente ad una RMN; questo perché la certezza di quello che ci si trova davanti permette di impostare nel migliore dei modi il nostro trattamento riabilitativo. Trattare quella che non è una “*tear*” muscolare come se lo fosse potrebbe non portare ai risultati sperati e potrebbe non coincidere con la prognosi che diamo al paziente nel momento in cui ci viene chiesto quanto durerà il trattamento ed il dolore.

L’unico modo che si ha, però, per capire se i vari sistemi di classificazione delle lesioni muscolari risultano essere utili o meno è quello di utilizzarli; come detto precedentemente molti professionisti della salute e preparatori atletici sono ancora ancorati ai vecchi sistemi di classificazione semplicistici ed ormai desueti che non forniscono alcuna indicazione sulla condizione dell’atleta. Bisognerebbe iniziare ad utilizzare questi nuovi “*grading*”, eventualmente specificare il sistema di classificazione che si sta utilizzando, cosicché ognuno possa informarsi sui vari sistemi di classificazione, ed iniziare a

comunicare in modo più appropriato discostandosi da dei modelli teorici e pratici ormai obsoleti.

## ***CONCLUSIONI***

Questo lavoro ha avuto lo scopo di valutare i vari sistemi di classificazione delle lesioni muscolari mettendone in risalto quelli che sono i loro punti a favore ed i loro punti a sfavore. La dichiarazione di consenso di Monaco, la classificazione Britannica e la classificazione Spagnola sono le classificazioni con maggiori evidenze scientifiche e quelle che la comunità scientifica ha adottato maggiormente per parlare delle “*tear*” muscolari.

Ad oggi, però, moltissimi professionisti della salute non si sono aggiornati riguardo a questi nuovi sistemi di classificazione rimanendo ancorati a dei sistemi che non rappresentano altro che dei retaggi culturali dell’ambito sanitario. Questi professionisti utilizzano vecchi sistemi di classificazione che dividono le “*tear*” in tre semplici classi, quali lieve, moderato e grave, senza avere, e dare, ulteriori informazioni. Questa mancanza porta a dei dubbi, a degli errori e ad un percorso riabilitativo che potrebbe non dare i risultati sperati.

Come analizzato precedentemente, i “nuovi” sistemi di classificazione delle lesioni muscolari offrono un panorama molto più ampio, delle conoscenze maggiori, e migliori, e dei dettagli che non possono essere trascurati quando si parla di riabilitazione e di RTP. Tutto questo deve essere volto ad offrire un percorso riabilitativo migliore, fornire indicazioni più chiare a colleghi ed in genarle a tutte le persone che, insieme a noi, lavorano per curare quella che è una “*tear*” muscolare, come preparatori atletici e l’atleta stesso.

Il fine ultimo di questi sistemi poi, oltre alla riabilitazione, è quello di fornire un linguaggio comune per tutti i professionisti del settore, fornire informazioni terapeutiche e prognostiche, nonché creare delle basi solide per il futuro della ricerca scientifica.

Come già detto, il problema di queste classificazioni è che spesso non vengono utilizzate, rendendo, tutt’ora, questo argomento molto superficiale e, forse, poco conosciuto. Nella maggioranza dei casi si è rimasti vincolati ai vecchi sistemi di classificazione, i quali non forniscono alcun tipo di dettaglio oltre al “*grading*” della lesione. Di conseguenza, questi nuovi modelli risultano anche difficili da valutare nella loro applicabilità, in quanto finora hanno trovato davvero poco spazio nell’ambito pratico del percorso riabilitativo.

Quello che ci si auspica è che questi nuovi sistemi di classificazione possano prendere piede all'interno della pratica clinica quotidiana, che i vari professionisti coinvolti nella riabilitazione di una “*tear*” muscolare inizino a comunicare con un linguaggio scientifico ed, infine, che queste classificazioni possano essere la base di ulteriori ricerche all'interno della comunità scientifica.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dhillon H, Dhillon S, Dhillon MS. *Current Concepts in Sports Injury Rehabilitation*. *Indian J Orthop* 2017 Sep-Oct; 51(5): 529-536.
2. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr E, Dvorak J, Hägglund M, McCrory P, Meeuwisse WH. *Consensus Statement on Injury Definitions and Data Collection Procedures in Studies of Football (Soccer) Injuries*. *Br J Sports Med* 2006 Mar; 40(3):193-201.
3. Ueblacker P, Haensel L & Mueller-Wohlfahrt HW. *J Sports Sci* 2016 Dec; 34(24): 2329-2337.
4. Fernandes TL, Pedrinelli A, Hernandez AJ. *Muscle injury – physiopathology, diagnosis, treatment and clinical presentation*. *Rev Bras Ortop* 2015 Dec 8; 46(3): 247- 55.
5. Järvinen TAH, Järvinen M, Kalimo H. *Regeneration of Injured Skeletal Muscle After the Injury*. *Muscles Ligaments Tendons J* 2014 Feb 24; 3(4): 337-45
6. Delos D, Maak TG, Rodeo SA. *Muscle Injuries in Athletes. Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. *Sports Health* 2013 Jul; 5(4): 346-352.
7. Hotfiel T, Seil R, Bily W, Bloch W, Gokeler A, Kriffter RM, Mayer F, Ueblacker P, Weisskopf L, Engelhardt M. *Nonoperative treatment of muscle injuries - recommendations from the GOTS expert meeting*. *J Exp Orthop* 2018 Jun 22; 5(1): 24.
8. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, Orchard J, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Schamasch P, Blottner D, Swaerd L, Goedhart E, Ueblacker P. *Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement*. *Br J Sports Med* 2013 Apr; 47(6): 342-350.
9. López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, Garcia-Gómez A, Vera-Garcia FJ, De Ste Croix M, Myer GD, Ayala F. *Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis*. *Br J Sports Med* 2020 Jun; 54(12): 711-718.
10. 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 May; 54(9): 528-537.
11. Bisciotti GN, Volpi P, Amato M, Alberti G, Allegra F, Aprato A, Artina M, Auci A, Bait C, Bastieri GM, Balzarini L, Belli A, Bellini G, Bettinsoli P, Bisciotti Al, Bisciotti An, Bona S, Brambilla L, Bresciani M, Buffoli M, Calanna F, Canata GL, Cardinali D, Carimati G, Cassaghi G, Cautero E, Cena E, Corradini B, Corsini A, D'Agostino C, De Donato M, Delle Rose G, Di Marzo F, Di Pietto F, Enrica D, Eirale C, Febrari L, Ferrua P, Foglia A, Galbiati A, Gheza A, Giammattei C, Masia F, Melegati G, Moretti B, Moretti L, Niccolai L, Orgiani A, Orizio C, Pantalone A, Parra F, Patroni P, Pereira Ruiz MT, Perri M, Petrillo S, Pulici L, Quaglia A, Ricciotti L, Rosa F, Sasso N, Sprenger C, Tarantola C, Tenconi FG, Tosi F, Trainini M, Tucciarone A, Yekdah A, Vuckovic Z, Zini R, Chamari K. *Italian consensus conference on guidelines for conservative treatment on lower limb muscle injuries in athlete*. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2018 May 24; 4(1): e000323.
12. Engebretsen A, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. *Intrinsic risk factors for groin injuries among male soccer players: a prospective cohort study*. *Am J Sports Med* 2010 Oct; 38(10): 2051–7.
13. Volpi P, Bisciotti GN. (2019). *Conservative treatment for quadriceps muscle injury; Conservative treatment for hamstrings muscle injury; Conservative treatment for 6l adductor muscle injury; Conservative treatment for calf muscle injury. Healing processes in muscle tissue. The muscle injuries clinical evaluation*. In: *Muscle Injury in the Athlete. The italian consensus conference guidelines*. Springer: pp. 193, 215, 245, 273, 35-48, 155-160.
14. Grassi A, Quaglia A, Canata GL, Zaffagnini S. *An update on the grading of muscle injuries: a narrative review from clinical to comprehensive systems*. *Joints* 2016 Jun 13; 4(1): 39-46.
15. Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. *British athletics muscle injury classification: a new grading system*. *Br J Sports Med* 2014 Sep; 48(18): 1347-51.
16. Crowley DD. *Suturing of muscle and tendons*. *Calif State J Med* 1902:48–54.

17. Gilcreest E. Rupture of muscles and tendons. Particularly subcutaneous rupture of the biceps flexor cubiti. *JAMA* 1925;84:1819–22.
18. O'Donoghue DH. *Treatment of injuries to athletes*. 1st edn. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1962.
19. Tucker WE, Armstrong JR. *Injury in sport: the physiology, prevention and treatment of injuries associated with sport*. 1st edn. London: Staples Press, 1964.
20. Peetrans P. Ultrasound of muscles. *Eur Radiol* 2002;12:35–43
21. Pomeranz SJ, Heidt RS Jr. MR imaging in the prognostication of hamstring injury. *Work in progress. Radiology* 1993;189:897–900.
22. Jarvinen T, Kaariainen M, Jarvinen M, et al. Muscle strain injuries. *Curr Opin Rheumatol* 2000;12:155–61.
23. Featherstone D. *Sports injuries*. 1st edn. Bristol: John Wright and Sons Ltd, 1957.
24. Page E. *Athletic injuries and their treatment*. London: Arco Publications, 1962.
25. Fleckenstein JL, Shellock FG. Exertional muscle injuries: magnetic resonance imaging evaluation. *Top Magn Reson Imaging* 1991;3:50–70.
26. Connell DA, Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *Am J Roentgenol* 2004;183:975–84.
27. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, et al. Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics. *Am J Sports Med* 2007;35:1716–24.
28. 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 Sports Med* 2007;35:197–206.
29. Hamilton B, Alonso JM, Best TM. Time for a paradigm shift in the classification of muscle injuries. *J Sport Health Sci* 2017 Sep; 6(3): 255-261.
30. Carl M Askling, Nikolaos Malliaropoulos, Jon Karlsson. High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. *Br J Sports Med* 2012 Feb;46(2):86-7.
31. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Aärimala V, Vaittinen S, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: optimising recovery. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2007 Apr; 21(2): 317-31.
32. Espregueira-Mendes J, van Dijk NC, Neyret P, Cohen M, Della Villa S, Pereira H, Miguel Oliveira J. (2017). Diagnosis and Management of muscle injuries (Pruna R e Lundblad M). In: *Injuries and health problems in football*. Springer: pp. 381-382
33. Guermazi A, Roemer FW, Robinson P, Tol JL, Regatte RR, Crema MD. Imaging of muscle injuries in sports medicine: sports imaging series. *Radiology* 2017 Mar; 282(3): 646-663.
34. Yamada AF, Godoy IRB, Pecci Neto L, Taneja AK, Hernandez Filho G, Skaf AY. Diagnostic Imaging of Muscle Injuries in Sports Medicine: New Concepts and Radiological Approach. *Current Radiology Reports*, 2017; 5(7).
35. Kerkhoffs GMMJ, Servien E. (2014). Basic principles of muscle healing (Thomas Laumonier, Jacques Menetrey, and Johnny Huard). In: *Acute muscle injuries*. Springer: pp. 17-20
36. Laumonier T, Menetrey J. Muscle injuries and strategies for improving their repair. *J Exp Orthop* 2016 Dec; 3(1): 15.
37. Baoge L, Van Den Steen E, Rimbaut S, Philips N, Witvrouw E, Almqvist KF, Vanderstraeten G, Vanden Bossche LC. Treatment of Skeletal Muscle Injury: A Review. *ISRN Orthop* 2012; 2012: 689012.
38. Kellett J. Acute soft tissue injuries – a review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: October 1986 - Volume 18 - Issue 5 - p 489-500.
39. Chan O, Del Buono A, Best TM, Maffulli N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, volume 20, 2356-2362 (2012).
40. Hamilton B, Valle X, Rodas G, Til L, Grive RP, Rincon JAG, Tol JL. Classification and grading of muscle injuries: a narrative review. *Br J Sports M* 2014 Nov.

41. Patel, A. Chakraverty, J. Pollock, N. Chakraverty, R. Suokas, A.K. James, S.L. *British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. Clinical Radiology, Volume 70, Issue 12, 1414-1420. Dec 2015.*
42. Valle, Xavier; Alentorn-Geli, Eduard; Tol, Johannes L.; Hamilton, Bruce; Garrett, William E.; Pruna, Ricard; Til, Lluís; Gutierrez, Josep Antoni; Alomar, Xavier; Balius, Ramón; Malliaropoulos, Nikos; Monllau, Joan Carles; Whiteley, Rodney; Witvrouw, Erik; Samuelsson, Kristian; Rodas, Gil (2017). *Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus - Based Classification with Clinical Application. Sports Medicine, 47(7), 1241–1253.*

## **IMMAGINI**

- *Figura 1: adattata da Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, Orchard J, van Dijk CN, Kerkhoffs GM, Schamasch P, Blottner D, Swaerd L, Goedhart E, Ueblacker P. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. Br J Sports Med 2013 Apr; 47(6): 342-350.*
- *Figura 2: adattata da Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. Br J Sports Med 2014 Sep; 48(18): 1347-51.*
- *Figura 3: adattata da Valle, Xavier; Alentorn-Geli, Eduard; Tol, Johannes L.; Hamilton, Bruce; Garrett, William E.; Pruna, Ricard; Til, Lluís; Gutierrez, Josep Antoni; Alomar, Xavier; Balius, Ramón; Malliaropoulos, Nikos; Monllau, Joan Carles; Whiteley, Rodney; Witvrouw, Erik; Samuelsson, Kristian; Rodas, Gil (2017). Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus - Based Classification with Clinical Application. Sports Medicine, 47(7), 1241–1253.*