

# Return to Play del calciatore con lesione muscolare: modello di gestione del percorso riabilitativo

Giacomo LUCENTEFORTE

*Isokinetic Milano, Isokinetic Medical Group, FIFA Medical Centre of Excellence*

## Introduzione

Le lesioni muscolari sono tra gli infortuni più comuni nel calcio ed una loro corretta gestione risulta spesso molto impegnativa, sia per l'atleta che per il personale medico. In particolare, quelle legate ad infortuni di non contatto o "indirette" sono spesso motivo di grande preoccupazione per il calciatore, in quanto molto frequenti. Costituiscono infatti il 31% di tutti gli infortuni nei giocatori professionisti [1]. Colpiscono frequentemente gli arti inferiori e nel calcio il 92% di esse interessano i gruppi muscolari degli hamstring (flessori di ginocchio), adduttori, quadricipite e tricipite surale [2-4]. Le lesioni muscolari da trauma indiretto sono spesso indicate come "strappi muscolari" [5]. La terminologia corretta e aggiornata prevede innanzitutto una suddivisione degli infortuni muscolari in strutturali (lesioni) e non strutturali (infortuni funzionali) ed il Munich Consensus Statement, pubblicato da Mueller-Wolfhart nel 2013, rappresenta uno degli attuali sistemi di classificazione di riferimento [6]. La classificazione ISMULT, più recente, può esserne considerata un'evoluzione, poiché include ulteriori elementi quali la localizzazione, il tipo di tessuto interessato ed il fatto che si tratti o meno di una recidiva [3].

Una corretta diagnosi è imprescindibile per stimare i tempi di recupero e definire un adeguato percorso riabilitativo, finalizzato al massimo recupero funzionale e quindi al Return to Play (RTP). Un percorso di cure basato prevalentemente sull'esercizio fisico con un'ottimale progressione per fasi

ed il completamento delle stesse, rappresenta ad oggi l'unico strumento in grado di riportare l'atleta ad una condizione atletica pari o se possibile migliore rispetto al momento in cui si è verificato l'infortunio.

## Diagnosi e Classificazione

La definizione di un infortunio muscolare come "lesione muscolare", implica che vi sia un danno strutturale del muscolo e/o delle strutture ad esso collegate anatomicamente e funzionalmente, come ad esempio i tendini e le relative inserzioni.

La diagnosi è basata sulla storia clinica, sull'esame obiettivo e supportata dalla diagnostica per immagini. Questi rappresentano i tre elementi imprescindibili per una definizione dettagliata delle caratteristiche dell'infortunio.

La storia clinica si concentra su:

- Tipo di dolore percepito ed eventuali sensazioni associate (schiocco, scatto, ecc.).
- Localizzazione dei sintomi.
- Meccanismo di infortunio.
- Tempo di comparsa dei sintomi in relazione all'evento traumatico.
- Momento della partita o dell'allenamento in cui si verifica l'infortunio.
- Momento della stagione, specificando il volume e l'intensità di carico a cui l'atleta è stato sottoposto al momento e nel periodo che ha preceduto l'infortunio.

L'esame clinico si basa su:

- Ispezione, utile a valutare l'eventuale presenza di tumefazione e/o ematoma. Quest'ultimo spesso si

presenta dopo alcuni giorni dal trauma in zone declivi rispetto al sito della lesione.

- Palpazione, fondamentale per definire il sito della lesione e valutare la presenza di contrattura della muscolatura peri-lesionale e dell'eventuale diastasi.
- Valutazione del range di movimento dell'articolazione o delle articolazioni in riferimento al muscolo interessato.
- Test funzionali: Test di estensibilità muscolare, utile a valutare il grado di allungamento in cui compare dolore a livello del muscolo infortunato. Test di contrazione muscolare contro resistenza manuale (isometrica, concentrica, eccentrica), che permette di evidenziare la presenza di dolore in contrazione. Valutazione della qualità del cammino [3,7].

La diagnostica per immagini è basata prevalentemente sull'utilizzo dell'ecografia come esame di primo livello [8]. Tuttavia, in determinati casi può rivelarsi necessario un approfondimento mediante RMN, particolarmente utile per indagare sospetti di lesioni di basso grado, ecograficamente non evidenti (per localizzazione o per la natura del muscolo stesso, come nel caso dello psoas e del soleo), oppure per definire il grado di interessamento di un tendine e/o della relativa inserzione ossea in caso di lesioni miotendinee o tendinee.

In questo contesto, l'ecografia diagnostica (US) è diventata un metodo di imaging sempre più utilizzato, sia in fase di diagnosi che di follow-up, grazie all'immediatezza, alla ricchezza di

dettagli e al suo costo relativamente basso. Ciò favorisce una precoce diagnosi e pianificazione del percorso riabilitativo ed è di grande utilità nella stima dei tempi di recupero [1,9–11]. Tuttavia, in alcuni casi può non essere accurata come la risonanza magnetica nel rilevare lesioni minori in fase acuta [12]. Inoltre l'ecografia è preziosa nel monitoraggio del processo di guarigione che guida il RTP negli atleti [10,13–18], è utile per evidenziare eventuali complicazioni durante la finestra di trattamento [19] e per dirigere al meglio il lavoro del team riabilitativo [8].

La corretta esecuzione di un esame ecografico nel sospetto di una lesione muscolare, prevede:

- Formazione specialistica ed esperienza da parte dell'operatore.
- Tempo dall'infortunio compreso possibilmente tra le 48 e le 72 ore.
- Utilizzo di una sonda lineare con frequenza di 5-15 MHz.
- Scansioni in asse corto ed asse lungo, necessarie ad individuare e successivamente misurare i diametri della lesione nei 3 piani dello spazio, distinguendo opportunamente l'area lesionale dall'edema perilesionale.
- Individuazione dell'eventuale interessamento di strutture tendinee o inserzioni ossee in caso di avulsioni.
- Individuazione di raccolte fluide in corrispondenza della lesione.
- Valutazione dinamica, quando possibile, in allungamento e in contrazione muscolare.
- Valutazione delle condizioni vascolari del tessuto interessato, mediante l'utilizzo dell'Eco-Color-Doppler e/o del Power-Doppler.
- Refertazione dettagliata che includa le dimensioni della lesione ed il relativo grading, la sua localizzazione (terzo distale, medio o prossimale) e il tipo di tessuto interessato (miofasciale, miotendineo, tendine).

Tutti gli elementi di significato diagnostico che sono stati descritti aiutano il medico riabilitatore nella classificazione della lesione diagnosticata. In particolare, utilizzando il sistema di classificazione secondo Mueller-Wohlfahrt, le lesioni muscolari (infortuni

muscolari strutturali), posso essere così suddivise [6]:

Lesioni muscolari da trauma diretto:

- **Contusioni:** Causate da una forza esterna, che provoca un ematoma diffuso o circoscritto all'interno del muscolo, provocando dolore ed impotenza funzionale, in genere direttamente proporzionali alla gravità dell'impatto. L'ecografia e la RMN evidenziano disomogeneità strutturale del muscolo ed ematoma diffuso o circoscritto di dimensioni variabili.
- **Lacerazioni:** Poco frequenti nel calcio, sono causate da oggetti che provocano ferite lacero-contuse.

Lesioni muscolari da trauma indiretto:

- **3A:** Lesione parziale minore, con diametro massimo non superiore ad un fascicolo muscolare. Si presenta con dolore acuto, spesso preceduto da una sensazione di "schiocco". Il dolore è facilmente localizzabile ed è aggravato da manovre di stretching. L'ecografia e la RMN evidenziano disomogeneità/distruzione delle fibre muscolari, talvolta associata alla presenza di ematoma intramuscolare di esigua entità.
- **3B:** Lesione parziale moderata, con diametro superiore ad un fascicolo muscolare. Si presenta con dolore acuto e lancinante, spesso associato a sensazione di "schiocco", a seguito del quale spesso l'atleta cade a terra. La localizzazione del dolore è ben definita e peggiora con le manovre di stretching. È frequente la comparsa di ematoma superficiale. L'ecografia e la RMN evidenziano significativa disomogeneità/distruzione delle fibre muscolari, talvolta associata a retrazione delle fibre stesse ed ematoma intramuscolare.
- **4:** Lesione (sub)totale/avulsione tendinea. Si manifesta con dolore "sordo" al momento della lesione e/o con sensazione di «scatto» seguito da dolore improvviso. Spesso l'atleta cade a terra. L'ematoma superficiale è evidente, la diastasi è palpabile, si apprezzano retrazione muscolare, dolore nei movimenti e importante deficit funzionale dell'arto. I metodi di imaging (eco-

grafia e RMN), mostrano discontinuità sub-totale o completa del muscolo o del tendine, talvolta associate a retrazione. L'ematoma intramuscolare è di notevole entità.

Relativamente alla suddetta classificazione, è opportuno menzionare anche il grading relativo agli infortuni non strutturali ovvero funzionali, suddivisi in infortuni da sovraccarico, classificati come 1A (indotti da fatica) e 1B (dolore muscolare ad insorgenza ritardata – DOMS), e infortuni legati a disordini neuromuscolari, classificati come 2A (disordini di pertinenza della colonna vertebrale) e 2B (disordini neuromuscolari di pertinenza del muscolo stesso). Tali infortuni non provocano alterazioni strutturali a carico del muscolo, pertanto la loro diagnosi è essenzialmente clinica. L'esame ecografico rimane tuttavia utile sia per escludere alterazioni strutturali, sia per evidenziare eventuali variazioni funzionali del muscolo, talvolta testimoniata da una sfumata iperecogenicità in assenza di discontinuità fibrillare [8].

## Percorso Riabilitativo

Una corretta gestione del percorso di cure riabilitative necessita in primis di un corretto approccio al paziente piuttosto che alla sola lesione, ed è importante che ciò avvenga con la massima tempestività. Una volta definita l'entità dell'infortunio attraverso l'esame clinico, ecografico o eventualmente la RMN, è possibile disegnare un adeguato progetto riabilitativo individuale (PRI). È importante, a tal proposito, tener presente i vari stadi del processo di guarigione di una lesione muscolare, che rispecchiano il grado di maturazione biologica (della lesione) e al contempo funzionale (dell'atleta) [20].

### Immediato post-infortunio:

Caratterizzato dalla risposta infiammatoria al danno tissutale, con conseguenti edema ed eventuale ematoma a livello del sito della lesione, contrattura delle fibre peri-lesionali, dolore e deficit funzionale. In questa fase è raccomandata l'applicazione del protocollo sintetizzato con l'acronimo "PO-

LICE”, utile soprattutto a prevenire possibili complicanze [21]. Tale protocollo, sviluppato per il trattamento in acuto degli infortuni ai tessuti molli degli arti, può essere applicato alle lesioni muscolari come di seguito:

**P (protection):** Protezione dell'arto da insulti meccanici.

**OL (optimal load):** Carico ottimale, da gestire in fase acuta con l'utilizzo di bastoni canadesi se la deambulazione è dolorosa. È di fondamentale importanza, inoltre, l'educazione al corretto utilizzo delle ortesi e della corretta gestione del carico. In molti casi la riabilitazione in acqua facilita la ripresa di un adeguato schema del passo, prevenendo l'instaurarsi di compensi.

**I (ice):** Crioterapia locale, da effettuare circa 3-4 volte al giorno per 20 minuti, immediatamente dopo l'infortunio e durante la prima settimana, per un numero di giorni proporzionale all'entità della lesione, allo scopo di limitare l'infiammazione e l'eventuale stravaso ematico.

**C (compression):** Compressione mediante bendaggio elastocompressivo, utile a favorire il drenaggio linfatico ed il ritorno venoso, a limitare l'edema e a permettere la giustapposizione dei margini della lesione interessati dalla diastasi.

**E (elevation):** Elevazione dell'arto, nei casi in cui è possibile e come coadiuvante alla compressione, agendo sul sistema venoso e linfatico.

È inoltre molto importante evitare i farmaci antinfiammatori per os o topici, in quanto potrebbero inibire i processi rigenerativi, ed educare adeguatamente il paziente alla corretta gestione delle attività della vita quotidiana (ADL). Relativamente al trattamento dell'ematoma intramuscolare, attualmente non vi è consenso rispetto ad un approccio non invasivo piuttosto che interventistico, quest'ultimo finalizzato all'aspirazione della raccolta ematica/siero-ematica, e la scarsità di studi in letteratura implica una gestione basata sull'esperienza del singolo operatore.

Gli ambienti riabilitativi indicati in questa fase sono la piscina e la palestra, in cui è possibile lavorare sul controllo della flogosi e della contrattura attraverso le terapie strumentali (in particolare ultrasuoni e TENS) ed il massaggio decontratturante e linfo-

drenante della muscolatura integra, evitando di trattare direttamente il sito della lesione; Il recupero dell'articolari attiva e passiva; Il recupero di un corretto schema del passo attraverso il training deambulatorio.

Il principale obiettivo da raggiungere in questa fase è il cammino in assenza di sintomi e/o compensi. Questo traguardo, unitamente al risultato del primo controllo ecografico (utile soprattutto nel monitoraggio dell'ematoma ove presente), definisce il passaggio alla fase successiva.

### **Fase precoce:**

Caratterizzata dall'inizio dei processi biologici di riparazione, che avviene già dopo le prime

48 ore per protrarsi fino alla terza settimana circa dall'infortunio. È in atto la formazione del tessuto cicatriziale, unitamente all'attivazione di cellule satelliti (mioblasti) impegnate nella rigenerazione del tessuto muscolare [20]. L'esame ecografico di controllo, eseguito entro una settimana circa dall'esame iniziale, è necessario a valutare l'aspetto strutturale della lesione ed in particolare l'evoluzione dell'ematoma (quando presente) e ad escludere eventuali complicanze (ulteriore estensione dell'ematoma, eventi trombotici). In tal senso la valutazione con Power e/o Color-Doppler fornisce informazioni importanti, tra cui il grado di iper-vascularizzazione della lesione, che indica indirettamente il grado di attività metabolica [8,22]. Un'attenta rivalutazione clinica è fondamentale per definire nel dettaglio i tempi, le tipologie e le modalità di ogni singolo intervento terapeutico. Gli ambienti riabilitativi utili in questa fase rimangono, come per la fase precedente, la piscina e la palestra. Le terapie strumentali, con l'inserimento della laserterapia e dell'ipertermia [23] (quest'ultima controindicata in caso di persistente sanguinamento della lesione), sono utili a favorire i processi biologici descritti. La massoterapia decontratturante, nel rispetto dell'area lesionata, permette di controllare le contratture muscolari antalgiche anche a carico dei muscoli agonisti. Se possibile, in relazione all'evoluzione dei processi cicatriziali/riparativi, è possibile introdurre il massaggio tra-

sverso profondo. In questa fase è prioritario lavorare sul recupero dell'estensibilità muscolare e della forza [24]. A tal proposito è importante un'adeguata esecuzione degli esercizi di stretching [18,25] e di rinforzo muscolare, che seguiranno un'opportuna progressione del lavoro, che va dall'attivazione isometrica, a quella concentrica ed infine eccentrica [18,20,24,26,27]. È inoltre molto importante, già in questa fase, avviare un lavoro di correzione posturale e di core stability, che soprattutto nel caso delle lesioni a carico degli hamstring risulta finalizzato al raggiungimento di un corretto assetto biomeccanico a livello del cingolo lombo-pelvico [18]. L'inizio di esercizi propedeutici alla corsa e la progressione degli esercizi ad intensità aerobica su cyclette, ellittica, camminata e progressivamente corsa a bassa velocità, giocano un ruolo fondamentale nella preparazione alla fase successiva in quanto incidono sul recupero biologico della lesione e sul ricondizionamento dell'atleta [27]. Gli obiettivi di questa fase sono l'assenza di sintomi durante la corsa a bassa velocità (jogging), la negativizzazione del test di estensibilità muscolare, la buona tolleranza agli esercizi di rinforzo con carichi progressivi, la buona evoluzione dei processi di riparazione all'esame ecografico di controllo. Se tali criteri sono soddisfatti, è possibile definire il passaggio alla fase riabilitativa successiva.

### **Fase intermedia:**

È la fase di maturazione dei processi riparativi, che portano al rimodellamento morfo-strutturale dell'area lesionata attraverso la formazione di una cicatrice strutturalmente resistente e alla ricostituzione delle giunzioni miotendinee [20]. L'esame ecografico di controllo permette di valutare in questa fase la qualità del tessuto cicatriziale sia dal punto di vista statico (eventuale persistenza di diastasi, grado di fibrosi della cicatrice) che dinamico (comportamento del tessuto cicatriziale e delle fibre muscolari pericicatriziali in contrazione isometrica/concentrica/eccentrica contro resistenza, generalmente esercitata manualmente dall'operatore)[8]. La rivalutazione clinica fornirà informa-



zioni fondamentali rispetto al grado di recupero funzionale e permetterà di aggiornare il PRI, definendo la progressione ottimale per il raggiungimento di nuovi obiettivi ed il passaggio alla fase successiva. L'ambiente riabilitativo prevalente in questa fase è la palestra. Tuttavia non va esclusa l'utilità di ulteriori sedute in piscina, finalizzate alla progressione di esercizi dinamici e di preparazione alla fase avanzata. In palestra è possibile valutare la possibilità di interrompere le terapie fisiche utilizzate nelle fasi precedenti. Il massaggio trasverso profondo rimane utile soprattutto in caso di cicatrici particolarmente estese e tendenti alla fibrosi. Il lavoro di recupero della forza massima, che riveste un ruolo centrale in questa fase, può essere eseguito con esercizi di rinforzo con sovraccarichi, in contrazione concentrica, eccentrica e sfruttando esercizi di forza funzionale e pliometria [27–29]. Il recupero dell'integrità anatomico-funzionale del muscolo permette inoltre di seguire un'ottimale progressione per quanto riguarda gli esercizi di recupero della qualità del movimento/coordinazione, con correzione dei pattern motori eventualmente alterati, talvolta implicati nell'insorgenza dell'infortunio stesso. Questo tipo di lavoro si può eseguire con sistemi di video-showing dei movimenti, con correzione ed auto-correzione da parte del rieducatore e del paziente stesso. In questa fase è utile eseguire test finalizzati alla valutazione della forza muscolare e della condizione di fitness. In particolare, il test isocinetico ed il test di soglia forniscono rispettivamente informazioni sulla forza massima e resistente, permettendo di evidenziare l'eventuale presenza di deficit, e sulle soglie aerobica ed anaerobica, utili a studiare il livello di condizione metabolica dell'atleta e a definire un programma di allenamento personalizzato [30–34].

### Fase avanzata:

È biologicamente caratterizzata dal completamento dei processi di rimodellamento strutturale, con conseguente guarigione anatomico-funzionale del muscolo, valutabile anche dal punto di vista ecografico ed in particolare con i test dinamici già descritti.

L'esame clinico di controllo è basato prevalentemente sull'esecuzione di test funzionali e sulla raccolta di dettagli relativi a sintomi e ad aspetti psicologici del paziente. Non è infrequente infatti che in questo tipo di infortuni l'atleta sviluppi difficoltà nel distinguere sintomi di natura nocicettiva da sensazioni anticipatorie di dolore/dismcomfort, spesso conseguenti a fenomeni di sensitizzazione centrale e alla paura di reinfortunio [35–40]. L'ambiente riabilitativo in cui è opportuno lavorare in questa fase è il campo sportivo, indispensabile a riportare l'atleta ad un livello di performance pari o superiore a quello del pre-infortunio, in quanto offre la possibilità di lavorare in modo dinamico e sport-specifico. In tal senso è importante seguire un'ottima progressione dei carichi di allenamento, con particolare enfasi sugli esercizi propedeutici alla ripetizione del gesto che ha provocato la lesione [41,42]. Dal punto di vista strumentale, l'uso del GPS permette di monitorare i carichi di lavoro in maniera oggettiva e di conseguenza personalizzarli, massimizzando quindi l'efficacia della seduta e prevenendo il rischio di sovraccarico [43–47]. È inoltre un importante mezzo per la comunicazione dei dati con la squadra. Il completamento della fase di rieducazione funzionale su campo sportivo rappresenta l'ultimo step del percorso riabilitativo, che si concluderà nel momento in cui verranno soddisfatti tutti i criteri clinici fondamentali per il RTP.

### Return to Play

È l'obiettivo finale del paziente e dell'intero team riabilitativo, e si raggiunge con il completamento progressivo di tutte le fasi previste dal percorso di recupero funzionale. I criteri necessari al RTP possono essere sintetizzati come di seguito [48,49].

- Assenza di dolore
- Completa estensibilità muscolare.
- Recupero completo della forza.
- Durata e intensità della corsa pari a quelli del pre-infortunio e raggiungimento di velocità massimali durante la corsa.
- Esecuzione di sprints massimali.
- Assenza di alterazioni/compensi

nei pattern motori.

- Recupero di adeguati livelli di fitness aerobica e anaerobica (uguali o migliori a quelli del pre-infortunio).
- Valori al GPS quantitativamente e qualitativamente sovrapponibili a quelli di una prestazione sportiva.
- Sensazioni positive da parte dell'atleta, psicologicamente pronto al RTP.
- Completamento di almeno un test sport specifico sul campo a massima intensità e in condizioni di affaticamento.
- Completamento di almeno 2 allenamenti con la squadra.

### Bibliografia

1. Hall MM. Return to Play After Thigh Muscle Injury: Utility of Serial Ultrasound in Guiding Clinical Progression. *Curr Sports Med Rep* 2018;17:296–301. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000516>.
2. Valle X. Clinical practice guide for muscular injuries: epidemiology, diagnosis, treatment and prevention. *Br J Sports Med* 2011;45:e2–e2. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081570.20>.
3. Nanni G, Frizziero A, Miceli R, Vitadini F, Finotti P, Gamberini J, et al. Muscle Injuries 2020 Update of the I.S.Mu.L.T. Classification. *Muscle Ligaments and Tendons Journal* 2020;10:562. <https://doi.org/10.32098/mltj.04.2020.03>.
4. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011;39:1226–32. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>.
5. Uebliacker P, Müller-Wohlfahrt H-W, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). *Br J Sports Med* 2015;49:1461–5. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094285>.

6. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. *Br J Sports Med* 2013;47:342–50. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091448>.
7. 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;54:528–37. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101228>.
8. Zunarelli P, Lucenteforte G, Miceli M, Stride M, Nanni G, Della Villa F. The Use of Diagnostic Ultrasound in Sports Muscle Injuries in Football (Soccer) Players: State-of-the-art Review. *Curr Phys Med Rehabil Rep* 2022. <https://doi.org/10.1007/s40141-022-00354-7>.
9. Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *Br J Sports Med* 2013;47:769–74. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092092>.
10. Renoux J, Brasseur J-L, Wagner M, Frey A, Folinais D, Dibie C, et al. Ultrasound-detected connective tissue involvement in acute muscle injuries in elite athletes and return to play: The French National Institute of Sports (INSEP) study. *J Sci Med Sport* 2019;22:641–6. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.01.007>.
11. Allen GM. The use of ultrasound in athletes. *Eur J Radiol* 2018;109:136–41. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.10.028>.
12. Manara M, Manari D, Pasta G. Diagnostic Imaging in Muscle Injury. *Muscle Injuries in Sport Medicine* 2013. <https://doi.org/10.5772/56472>.
13. Guermazi A, Roemer FW, Robinson P, Tol JL, Regatte RR, Crema MD. Imaging of Muscle Injuries in Sports Medicine: Sports Imaging Series. *Radiology* 2017;282:646–63. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017160267>.
14. 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. *Curr Radiol Rep* 2017;5:27. <https://doi.org/10.1007/s40134-017-0223-y>.
15. Henderson REA, Walker BF, Young KJ. The accuracy of diagnostic ultrasound imaging for musculoskeletal soft tissue pathology of the extremities: a comprehensive review of the literature. *Chiropr Man Therap* 2015;23:31. <https://doi.org/10.1186/s12998-015-0076-5>.
16. Pedret C, Balius R, Blasi M, Dávila F, Aramendi JF, Masci L, et al. Ultrasound classification of medial gastrocnemius injuries. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2020;30:2456–65. <https://doi.org/10.1111/sms.13812>.
17. Chambers G, Kraft J, Kingston K. The role of ultrasound as a problem-solving tool in the assessment of paediatric musculoskeletal injuries. *Ultrasound* 2019;27:6–19. <https://doi.org/10.1177/1742271X18759807>.
18. Bisciotti GN, Volpi P, Alberti G, Aprato A, Artina M, Auci A, et al. Italian consensus statement (2020) on return to play after lower limb muscle injury in football (soccer). *BMJ Open Sport Exerc Med* 2019;5:e000505. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000505>.
19. Drakonaki EE, Sudol-Szopiska I, Sinopidis C, Givissis P. High resolution ultrasound for imaging complications of muscle injury: Is there an additional role for elastography? *J Ultrason* 2019;19:137–44. <https://doi.org/10.15557/JoU.2019.0020>.
20. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M. Muscle injuries: biology and treatment. *Am J Sports Med* 2005;33:745–64. <https://doi.org/10.1177/0363546505274714>.
21. Norton C. How to use PRICE treatment for soft tissue injuries. *Nurs Stand* 2016;30:48–52. <https://doi.org/10.7748/ns.2016.e10506>.
22. Boesen MI, Boesen M, Langberg H, Koenig MJ, Boesen A, Bliddal H, et al. Musculoskeletal colour/power Doppler in sports medicine: image parameters, artefacts, image interpretation and therapy. *Clin Exp Rheumatol* 2010;28:103–13.
23. Giombini A, Casciello G, Di Cesare MC, Di Cesare A, Dragoni S, Sorrenti D. A controlled study on the effects of hyperthermia at 434 MHz and conventional ultrasound upon muscle injuries in sport. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41:521–7.
24. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Äärimaa V, Vaittinen S, Kalimo H, et al. Muscle injuries: optimising recovery. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 2007;21:317–31. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2006.12.004>.
25. Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35:377–87. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.6.377>.
26. Tyler TE, Schmitt BM, Nicholas SJ, McHugh MP. Rehabilitation After Hamstring-Strain Injury Emphasizing Eccentric Strengthening at Long Muscle Lengths: Results of Long-Term Follow-Up. *Journal of Sport Rehabilitation* 2017;26:131–40. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0099>.
27. Palermi S, Massa B, Vecchiato M, Mazza F, De Blasiis P, Romano AM, et al. Indirect Structural Muscle Injuries of Lower Limb: Rehabilitation and Therapeutic Exercise. *J Funct Morphol Kinesiol* 2021;6:75. <https://doi.org/10.3390/jfmk6030075>.
28. Wang Y-C, Zhang N. Effects of plyometric training on soccer players (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine* 2016;12:550–4. <https://doi.org/10.1177/0363546505274714>.

- org/10.3892/etm.2016.3419.
29. Davies G, Riemann BL, Manske R. CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. *Int J Sports Phys Ther* 2015;10:760–86.
  30. Nunes RFH, Dellagrana RA, Nakamura FY, Buzzachera CF, Almeida FAM, Flores LJF, et al. Isokinetic assessment of muscular strength and balance in brazilian elite futsal players. *Int J Sports Phys Ther* 2018;13:94–103.
  31. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med* 1994;15 Suppl 1:S11-18. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021104>.
  32. Gaines JM, Talbot LA. Isokinetic strength testing in research and practice. *Biol Res Nurs* 1999;1:57–64. <https://doi.org/10.1177/109980049900100108>.
  33. Foster C, Fitzgerald DJ, Spatz P. Stability of the blood lactate-heart rate relationship in competitive athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:578–82. <https://doi.org/10.1097/00005768-199904000-00014>.
  34. Jacobs I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. *Sports Med* 1986;3:10–25. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603010-00003>.
  35. Visser B, van Dieën JH. Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2006;16:1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.06.005>.
  36. Niederstrasser NG, Meulders A, Meulders M, Slepian PM, Vlaeyen JWS, Sullivan MJL. Pain Catastrophizing and Fear of Pain Predict the Experience of Pain in Body Parts Not Targeted by a Delayed-Onset Muscle Soreness Procedure. *J Pain* 2015;16:1065–76. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2015.07.008>.
  37. Meulders A, Vansteenwegen D, Vlaeyen JWS. The acquisition of fear of movement-related pain and associative learning: a novel pain-relevant human fear conditioning paradigm. *Pain* 2011;152:2460–9. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.05.015>.
  38. Podlog L, Heil J, Schulte S. Psychosocial factors in sports injury rehabilitation and return to play. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2014;25:915–30. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2014.06.011>.
  39. Lentz TA, Zeppieri G, George SZ, Tillman SM, Moser MW, Farmer KW, et al. Comparison of physical impairment, functional, and psychosocial measures based on fear of reinjury/lack of confidence and return-to-sport status after ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 2015;43:345–53. <https://doi.org/10.1177/0363546514559707>.
  40. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. A systematic review of the psychological factors associated with returning to sport following injury. *Br J Sports Med* 2013;47:1120–6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091203>.
  41. Buckthorpe M, Della Villa F, Della Villa S, Roi GS. On-field Rehabilitation Part 1: 4 Pillars of High-Quality On-field Rehabilitation Are Restoring Movement Quality, Physical Conditioning, Restoring Sport-Specific Skills, and Progressively Developing Chronic Training Load. *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49:565–9. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8954>.
  42. Buckthorpe M, Della Villa F, Della Villa S, Roi GS. On-field Rehabilitation Part 2: A 5-Stage Program for the Soccer Player Focused on Linear Movements, Multidirectional Movements, Soccer-Specific Skills, Soccer-Specific Movements, and Modified Practice. *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49:570–5. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8952>.
  43. De Silva V, Caine M, Skinner J, Dogan S, Kondo A, Peter T, et al. Player Tracking Data Analytics as a Tool for Physical Performance Management in Football: A Case Study from Chelsea Football Club Academy. *Sports (Basel)* 2018;6:130. <https://doi.org/10.3390/sports6040130>.
  44. Theodoropoulos JS, Bettle J, Kosy JD. The use of GPS and inertial devices for player monitoring in team sports: A review of current and future applications. *Orthop Rev (Pavia)* 2020;12:7863. <https://doi.org/10.4081/or.2020.7863>.
  45. Ravé G, Granacher U, Boulosa D, Hackney AC, Zouhal H. How to Use Global Positioning Systems (GPS) Data to Monitor Training Load in the “Real World” of Elite Soccer. *Front Physiol* 2020;11:944. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00944>.
  46. Pons E, García-Calvo T, Cos F, Resta R, Blanco H, López del Campo R, et al. Integrating video tracking and GPS to quantify accelerations and decelerations in elite soccer. *Sci Rep* 2021;11:18531. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97903-2>.
  47. Guitart M, Casals M, Casamichana D, Cortés J, Valle FX, McCall A, et al. Use of GPS to measure external load and estimate the incidence of muscle injuries in men’s football: A novel descriptive study. *PLoS One* 2022;17:e0263494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263494>.
  48. Zambaldi M, Beasley I, Rushton A. Return to play criteria after hamstring muscle injury in professional football: a Delphi consensus study. *Br J Sports Med* 2017;51:1221–6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097131>.
  49. Horst N van der, Backx FJG, Goedhart EA, Huisstede BM. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *Br J Sports Med* 2017;51:1583–91. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097206>.