



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 2022/2023

Campus Universitario di Savona

DOMS: QUALE STRATEGIA/TRATTAMENTO PER ACCELERARE IL RECUPERO. UNA REVISIONE DELLA LETTERATURA

Candidato:

Dott. Ft Martin Lorenzo

Relatrice:

Dott.ssa Ft. OMPT Benedetta Mazzoni

INDICE

<i>ABSTRACT</i>	2
1 INTRODUZIONE	4
1.1 DEFINIZIONE.....	4
1.2 EZIOPATOGENESI	4
2. MATERIALI E METODI	6
2.1 OBIETTIVO E QUESITO DI RICERCA.....	6
2.2 SISTEMA PICO	6
2.3 STRINGA DI RICERCA	6
2.4 CRITERI DI ELEGGIBILITÀ.....	7
2.4.1 CRITERI DI INCLUSIONE	7
2.4.2 CRITERI DI ESCLUSIONE	7
3. RISULTATI	8
4. DISCUSSIONE	<u>2423</u>
5. CONCLUSIONI	<u>2625</u>
BIBLIOGRAFIA	<u>2827</u>

ABSTRACT

Background

Lo svolgimento di attività fisica intensa può portare molto spesso a dolore muscolare e sensazione di rigidità associata, fenomeno definito con l'acronimo DOMS, dall'inglese "Delayed Onset Muscle Soreness".

Sebbene il percorso fisiopatologico rimanga tutt'oggi sconosciuto, si presume che alla base ci sia un danno strutturale del muscolo, degradazione proteica e risposta infiammatoria locale con conseguente manifestazione dei sintomi clinici con un tempo ritardato (dalle 48 alle 72 ore dopo l'attività).

Alla luce del fatto che la massimizzazione di una performance non dipenda solo dall'allenamento, ma soprattutto da un giusto equilibrio fra stimolo allenante e recupero, si sono svolti diversi studi che avevano come obiettivo quello di trovare delle strategie che potessero accelerare questo processo.

Obiettivo dello studio

Lo scopo di questa revisione è quello di fornire una sintesi sulle attuali evidenze presenti in letteratura riguardo a strategie e trattamenti che possano accelerare i processi di recupero dai dolori post esercizio fisico.

Materiali e Metodi

Per effettuare questo studio è stata consultato il database MedLine attraverso il motore di ricerca PubMed dal 2007 al 20 marzo 2023 includendo revisioni sistematiche con o senza metaanalisi in lingua inglese seguendo specifici criteri di inclusione ed esclusione.

Risultati

La ricerca ha prodotto 512 risultati. Tramite un accurato processo di screening sono stati eliminati tutti quegli articoli con titolo, abstract e contenuti non pertinenti al quesito di ricerca. Al termine della selezione sono stati così inclusi 10 elaborati.

Conclusioni

L'utilizzo della crioterapia, del massaggio, della terapia con calore e la terapia vibratoria si sono rivelati uno strumento valido nel trattamento dei DOMS. Rimane aperta la discussione sulla sua reale utilità in ambito clinico fisioterapico, in quanto tendenzialmente non riduce il periodo di durata dei DOMS ma solo il dolore percepito dal paziente e inoltre va sottolineato come in un contesto puramente riabilitativo tendenzialmente si lavora su volumi e intensità di lavoro che difficilmente portano all'insorgere di questa sintomatologia. Diversamente in un contesto sportivo, dove è richiesta l'espressione della massima performance in tempi anche molto ravvicinati, queste terapie di recupero trovano una migliore collocazione.

1 INTRODUZIONE

1.1 DEFINIZIONE

Il termine DOMS (delayed onset muscle soreness) è usato per descrivere una serie di sintomi che comprendono indolenzimento muscolare, dolorabilità e rigidità [1] che si manifestano con un picco tra le 24 e le 72 ore inseguito allo svolgimento di un intenso esercizio fisico e che vanno gradualmente ad alleviarsi in un periodo compreso tra i 5 e i 7 giorni.[2]

Questo fenomeno fu già ampiamente studiato nei primi anni del '900, quando il fisico americano Theodore Hough fece per primo questo collegamento,[3] suggerendo una stretta associazione tra stress meccanico e dolorabilità muscolare ritardata.[4]

1.2 EZIOPATOGENESI

Nonostante le numerose ricerche e gli studi riguardo l'eziopatogenesi dei DOMS non si è ancora riusciti a fornire un'ipotesi univoca che possa spiegare in modo esaustivo la complessità di questo fenomeno, a tal proposito i ricercatori hanno formulato diverse teorie.[5]

Tra le diverse attività scatenanti questo fenomeno, sembrerebbe che l'esercizio eccentrico rappresenti quello che lo induca con maggior frequenza e severità. In favore di questa teoria uno studio del 2009 ha constatato che la contrazione eccentrica dilata quello che è il processo di rilascio di ioni calcio nel reticolo sarcoplasmatico, ed è proprio questa dilatazione temporale che sembrerebbe provocare una interruzione del normale processo di eccitazione-contrazione con conseguente rilascio inadeguato di ioni Ca^{2+} , che causa a sua volta debolezza, affaticabilità e rimodellamento strutturale.

Oltre alla tipologia di contrazione, un ruolo fondamentale lo ha anche l'intensità ed il volume di lavoro svolto, così come la ripresa non graduale dopo un periodo di inattività e lo svolgimento di attività inusuali.[7]

Diversamente, uno studio del 2015 ha dimostrato che la stimolazione muscolare tramite esercizio eccentrico provoca micro lesioni a livello della membrana muscolare, con conseguente infiammazione, gonfiore e proliferazione di radicali liberi[1] che inducono a loro volta una riduzione della lunghezza muscolare, della forza massima e del ROM articolare.[8]

L'infiammazione che si crea dalle microlesioni muscolari generate dall'esercizio comporta un rilascio di una serie di enzimi nel torrente ematico tra cui creatinasi (CK), lattato deidrogenasi (LDH) e metaboliti,[9] i quali agiscono come stimolo chimico sulle terminazioni nervose causando direttamente la sensazione di dolore. Questi prodotti di scarto del metabolismo inoltre aumentano la permeabilità vascolare e attirano globuli bianchi neutrofili verso la zona lesa e, una volta giunti nell'area, generano radicali liberi, che possono ulteriormente danneggiare la membrana cellulare.[1]

Altri studi vanno in contrapposizione con la teoria che alla base dell'insorgenza dei DOMS ci siano micro-lesioni muscolari: attraverso delle biopsie post esercizio non si sono trovati segni di infiammazione a livello muscolare, ma si sono riscontrati degli aumenti di fattori pro-infiammatori quali cellule T, granulociti, fattore inibitore leucemia (LIF) e HIF- β . Questo ha fatto presupporre che, alla base della dolorabilità muscolare, più che fattori legati al danno muscolare, ci fosse il richiamo di fattori pro-infiammatori a livello dell'epimisio.[10]

La teoria secondo cui non ci sia una associazione diretta tra DOMS e danno muscolare è stata poi appoggiata anche da altri studi nei quali si è rilevato che, nei pazienti che manifestavano i DOMS in seguito ad esercizio fisico, non vi era un aumento della concentrazione di mioglobina nelle urine (prodotto dal danno muscolare), ma si riscontrava un aumento dei livelli dell'aminoacido idrossiprolina, uno specifico sottoprodotto della degradazione del collagene; da qui si è giunti ad una probabile associazione tra dolenzia muscolare ritardata e danno al tessuto connettivo.[11]

Come già anticipato, gli innumerevoli studi condotti hanno prodotto risultati diversi, mettendo in luce come dietro alla spiegazione dei meccanismi che risiedono nella generazione di tale fenomeno ci sia ancora poca chiarezza.

2. MATERIALI E METODI

2.1 OBIETTIVO E QUESITO DI RICERCA

Lo scopo di questa revisione è quello di inquadrare meglio questo fenomeno fornendo una sintesi sulle attuali evidenze presenti in letteratura riguardo a strategie e trattamenti che possano accelerare i processi di recupero dai dolori post esercizio fisico.

2.2 SISTEMA PICO

Prima di iniziare la ricerca bibliografica, è stato importante individuare il quesito a cui rispondere attraverso la ricerca scientifica. Per semplificare questo processo è stato utilizzato il sistema PICO, utile nella formulazione di quesiti clinici riguardo l'efficacia di intervento su una determinata patologia. PICO è una sigla, le cui lettere in formato esteso significano: "P" paziente o popolazione, "I" intervento, "C" comparazione ed "O" outcome.

Nello specifico il PICO di questo elaborato è stato formulato come segue:

- Popolazione: popolazione adulta (in presenza o meno di patologie mediche)
- Intervento: strategie o trattamenti attivi e passivi (esercizio attivo, crioterapia, stretching, massaggi..)
- Controllo: trattamenti attivi, passivi e nessun intervento
- Outcome: overall effect

2.3 STRINGA DI RICERCA

La revisione della letteratura è stata condotta sul database MedLine attraverso il motore di ricerca PubMed.

La ricerca sulla banca dati MedLine sarà eseguita combinando termini chiave e mesh term collegati mediante operatori booleani quali "AND" E "OR" al fine di ampliare la ricerca.

Nella tabella 1 viene esposta la stringa di ricerca.

Stringa di ricerca utilizzata:

Banca dati	Keywords	Data
MedLine (PubMed)	(((((recovery) OR (physical treatment)) OR (physical therapy)) OR (rehabilitation)) OR (rehabilitation[MeSH Terms])) AND (doms)	20 Marzo 2023

Tabella 1: stringa di ricerca

2.4 CRITERI DI ELEGGIBILITÀ

Un autore indipendente ha revisionato gli articoli ottenuti dalla ricerca precedentemente descritta, secondo i criteri di eleggibilità e possibile inclusione. Tutti i titoli e gli abstract ottenuti dalla ricerca sono stati selezionati secondo i criteri di inclusione elencati di seguito. Nel caso in cui, dopo l'analisi di titolo ed abstract, permanesse un'incertezza sulla potenziale aderenza a questi criteri, il revisore ha analizzato il full text degli scritti in questione.

2.4.1 CRITERI DI INCLUSIONE

Saranno incluse revisioni sistematiche con o senza meta-analisi, in lingua inglese con data di pubblicazione successiva al 2007 in quanto l'argomento trattato è stato molto studiato negli ultimi anni, ed è proprio in quest'ultimo arco temporale che si ritrovano gli studi di maggior rilevanza e maggior peso statistico.

2.4.2 CRITERI DI ESCLUSIONE

Verranno inoltre esclusi studi con data di pubblicazione antecedente l'anno 2007 per il motivo sopracitato e che trattano l'efficacia di assunzione di integratori, supplementazioni, variazioni alimentari e qualsiasi tipologia di intervento che non rientri

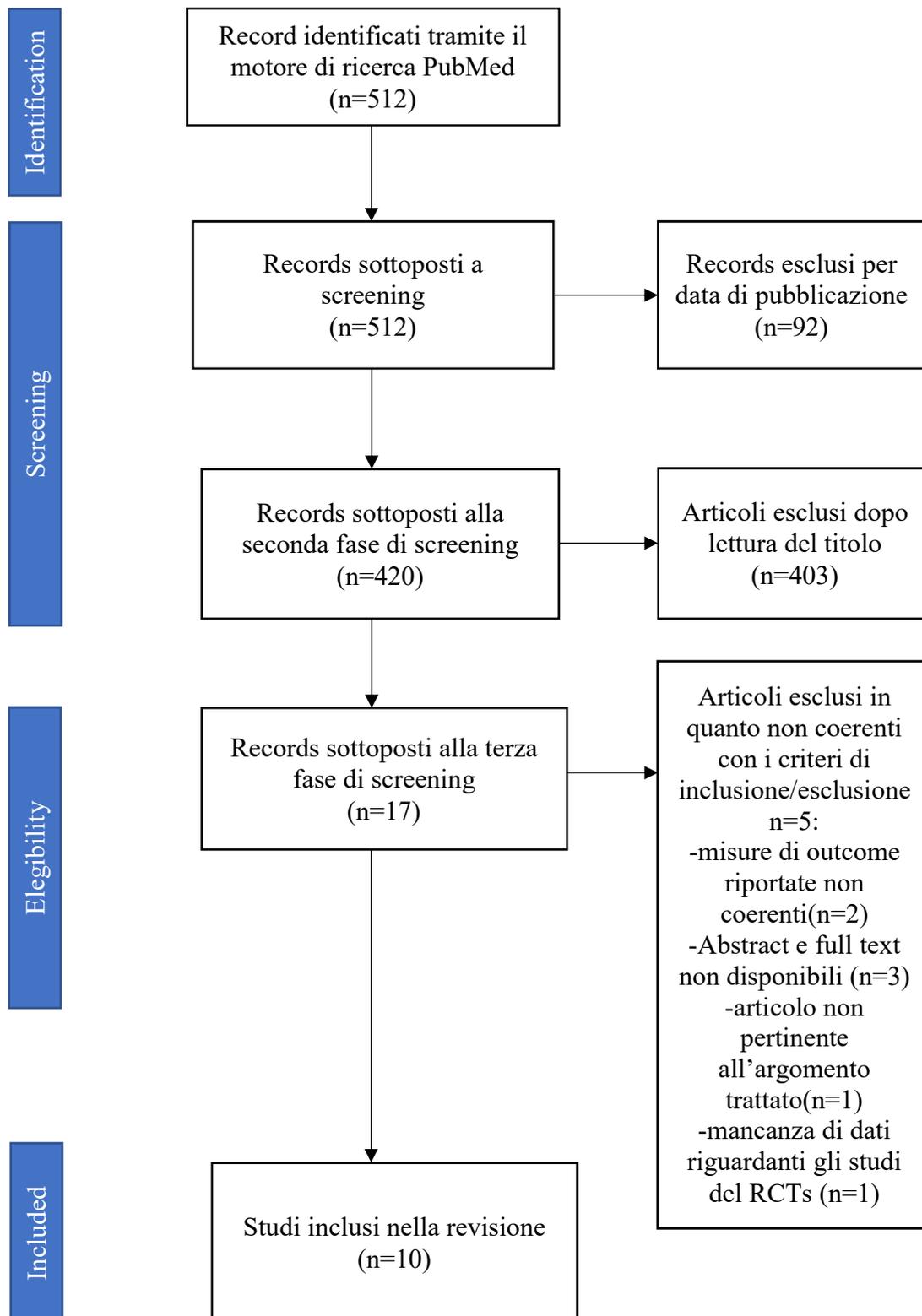
nella competenza di un fisioterapista o per le quali sia consigliata una prescrizione medica.

3. RISULTATI

È stata eseguita una ricerca sulla banca MedLine tramite il motore di ricerca PubMed. L'ultima ricerca effettuata è datata 20 Marzo 2023 ed ha prodotto 512 risultati.

Utilizzando i criteri di inclusione sopracitati, gli articoli esclusi per data di pubblicazione sono stati 92. Un ulteriore screening è stato fatto dopo lettura del titolo, che ha portato ad escludere altri 403 articoli, dei rimanenti 2 non rispettavano i criteri di inclusione e di 3 studi non era disponibile il full text.

Il diagramma di flusso qui rappresentato riassume i vari passaggi di selezione degli studi.(figura1)



Figural: flow chart selezione degli studi

Tabella 2 riassuntiva per ciascuno studio

Titolo, autore, anno pubblicazione	Scopo	Campione	Intervento	Risultati
<p><i>An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis</i>[12]</p> <p>Olivier Dupuy et al</p> <p>2018</p>	<p>Lo scopo di questo lavoro è quello di confrontare gli effetti delle principali tecniche di recupero maggiormente utilizzate per fronteggiare i doms, l'infiammazione e la percezione di fatica indotti dall'esercizio fisico tramite una revisione sistematica e metanalisi della letteratura scientifica</p>	<p>In seguito ad uno screening della letteratura sono stati inclusi 80 studi riguardante i DOMS, 17 studi inerenti la percezione di fatica e 43 studi che trattavano il danno muscolare e i marker infiammatori. Dalla selezione degli studi sono stati esclusi NRCT, popolazione <18 e >65 anni, studi in cui era impossibile calcolare l'effect size, popolazione con patologie e che non riportavano il numero esatto dei partecipanti</p>	<p>Tra le strategie di recupero prese in esame tra i vari studi si rilevano: stretching, massaggio, massaggio+stretching, terapia compressiva, elettrostimolazione, immersione, terapia di contrasto in acqua, crioterapia e terapia iperbarica.</p>	<p>Il recupero attivo, il massaggio, gli indumenti compressivi, la terapia ad immersione, la terapia dell'acqua di contrasto e la crioterapia hanno indotto effetti significativi ($-2,26 < g < -0,40$) nel trattamento dei DOMS, mentre non vi è stato alcun cambiamento per gli altri metodi (stretching, elettrostimolazione, terapia iperbarica). Il massaggio è risultato essere la tecnica più efficace per il recupero dai DOMS e dalla percezione di fatica. In termini di danno muscolare e marcatori infiammatori, si è osservato una moderata diminuzione della creatina chinasi [SMD (IC 95%) = -0,37 (da -0,58 a -0,16), I2 = 40,15%] e una diminuzione più contenuta dell'interleuchina-6 [SMD (IC 95%) = -0,36 (da -0,60 a -0,12), I2 = 0%] proteina C-reattiva [SMD (IC al 95%) = -0,38 (da -0,59 a -0,14), I2 = 39%]. Le tecniche più potenti per ridurre l'infiammazione erano il massaggio</p>

				e l'esposizione al freddo.
<p><i>The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials</i>[13]</p> <p>Jose Alfonso et al 2021</p>	<p>Lo scopo di questa revisione sistematica con metanalisi è quello di analizzare RCTs sugli effetti dello stretching come strategia terapeutica e di recupero a breve termine (<1 ora post esercizio) e ritardati (a 24, 48 e 72 ore) analizzando outcome di forza, ROM e recovery marker</p>	<p>Nello studio sono stati inclusi 11 RCTs per una analisi qualitativa e 10 per la meta-analisi, per un totale di 229 partecipanti. Per la selezione degli studi non sono stati impostati limiti di lingua o di data di pubblicazione. Sono stati inclusi individui senza distinzioni di sesso, età e livello di allenamento. Abstract di conferenze, libri e capitoli di libri, editoriali, lettere all'editore, studi di fattibilità e pilota, registrazioni di prove, recensioni, saggi o ricerche originali in riviste non peer-reviewed sono stati esclusi, così come sono stati esclusi quegli studi nei quali la</p>	<p>Tra le modalità di stretching prese in esame per effettuare lo studio rientrano lo stretching passivo, statico attivo e PNF per una durata da 1 a 30 minuti con una intensità misurata in base alle sensazioni soggettive. Queste modalità di intervento sono state confrontate con il riposo. Tra le attività somministrate per indurre i DOMS nei pazienti figurano cicloergometro, corsa, pliometrie, ju-jitsu e esercizi con sovraccarichi con enfasi sulla fase eccentrica.</p>	<p>Gli effetti a breve termine dello stretching rispetto al non intervento si sono rivelati statisticamente non significativi (ES = -0.08; 95% CI = -0.54 to 0.39; p = 0.750; I2 = 0.0%; Egger's test p = 0.53</p> <p>Lo stesso risultato si ha avuto per quanto riguarda gli effetti a 24,48 e 72 ore con rispettivamente</p> <p>A 24 ore (stretching vs rest) (ES = -0.24; 95% CI = -0.60-0.12; p = 0.187; I2 = 0.0%; Egger's test p = 0.880</p> <p>A 48 ore (stretching vs rest) (ES = -0.09; 95% CI = -0.47-0.28; p = 0.629; I2 = 0.0%; Egger's test p = 0.777</p> <p>A 72 ore (stretching vs rest) (ES = -0.23; 95% CI = -0.70-0.24; p = 0.337; I2 = 0.0%; Egger's test p = 0.165</p>

		<p>terapia di intervento non prevedeva solo lo stretching, ma una terapia combinata insieme ad esso e anche studi nei quali non vi era una terapia di confronto.</p> <p>Per la rilevazione dei DOMS sono state utilizzate scale come la Visual Analog Scale e affini</p>		
<p><i>The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis</i>[14]</p> <p>Erich Hohenauer 2015</p>	<p>Lo scopo di questa revisione sistematica e meta-analisi era valutare in modo critico i possibili effetti delle diverse applicazioni di crioterapia, rispetto a strategie post-esercizio passive (non crioterapiche), su alcune variabili di recupero dopo vari protocolli di esercizio fino a 96 ore</p>	<p>Un totale di 36 articoli ha rispettato i criteri di inclusione durante la ricerca.</p> <p>Nel disegno di studio sono stati inseriti studi randomizzati e quasi randomizzati, che prendevano in considerazione umani senza preferenze di sesso, età, livello atletico, ma che non avessero infermità fisiche. La crioterapia doveva essere comparata con un altro intervento passivo, che non fosse un'altra</p>	<p>Il protocollo di esercizi per indurre i DOMS erano svariati e comprendevano partite di calcio, cicloergometro, esercizi funzionali, counter movement jumps, esercizi con focus sulla fase eccentrica, esercizi eccentrici e concentrici sia per arto superiore che inferiore, protocolli di resistenza e di potenza e programmi di allenamento specifici di basket, football</p>	<p>I dati emersi da 27 articoli dimostrano l'efficacia della crioterapia su alleviare i DOMS rispetto alla terapia di controllo (rest) con una standardize mean difference (G di Hedges) di -0,75 con un intervallo di confidenza del 95%. (IC) da -1,20 a -0,30, sia ad una distanza temporale di 24 che 48 ore.</p> <p>C'è stata inoltre un miglioramento dell'RPE solo a 24 ore nel gruppo crioterapia rispetto al controllo (G di Hedges: -0,95, IC 95%: da -1,89 a -0,00).</p> <p>Non si sono rilevate invece differenze statisticamente significative sull'effetto della crioterapia rispetto al gruppo di</p>

		<p>forma di crioterapia e l'effetto doveva essere misurato prima delle 24h, a 24h, a 48h, a 72h e a 96h</p>	<p>australiano, netball, bowling e arrampicata. L'intervento crioterapico più utilizzato (in 28 studi) era la CWI (cold water immersion della zona interessata) con una temperatura tra i 5° e i 10° (in 15 studi) e 11° e 15° (in 13 studi). Altri metodi di intervento prevedono la WBI (whole body immersion) con temperatura che variava dai -110°, ai -60° ai -10°, raffreddamento ad aria e impacchi di borse fredde (-20°). Per rilevare il grado di dolore percepito sono state usate in 2 studi il pain pressure algometro, e diverse scale del dolore percepito con grandezze diverse (0-10, 0-50, 0-7, 1-12, 100 e 200 mm scale. Altre 2 misure di</p>	<p>controllo su marker oggettivi quali: livelli di lattato, livelli di creatinasi, IL-6 e CRP.</p>
--	--	---	---	--

			outcome prese in esame sono state RPE e l'analisi dei marker ematici (misure del lattato, livelli di creatin kinasi, interleuchina 6 e CRP)	
<i>Heat and cold therapy reduce pain in patients with delayed onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of 32 randomized controlled trials[15]</i> <i>Yutan Wang et al.</i> 2021	Questo elaborato si propone di identificare quale tra la terapia con caldo e con freddo fosse più efficace nel trattamento dei DOMS	Nello studio sono stati inclusi 32 RCTs per un totale di 1098 pazienti maggiori di 18 anni di età senza distinzioni di razza, sesso, nazionalità e professione.	22 studi selezionati hanno preso in esame l'efficacia della crioterapia. Tra i diversi tipi di crioterapia, quello più utilizzato e che poi si è rivelato maggiormente efficace era la CWI (cold water immersion). 10 studi hanno trattato l'efficacia della terapia con calore. Tra le terapie prese in esame gli impacchi di calore si sono rivelati la terapia maggiormente utilizzata ed efficace.	È stato riscontrato che il trattamento crioterapico, in particolare l'immersione in acqua fredda, applicato entro 1 ora dalla fine dell'allenamento apportava una significativa riduzione dei DOMS a 24h (SMD -0.57,95%CI -0.89 to -0.25, P = 0.0005), ma risultati statisticamente non significativi dopo le 24h (P=0,05) La terapia con calore invece ha riscontrato effetti significativi sia a 24h (SMD -1.17, 95%CI -2.62 to -0.09, P = 0.03) che dopo le 24h (SMD -0.82, 95%CI -1.38 to -0.26, P = 0.004). Non ci sono state differenze statisticamente significative tra il gruppo freddo e il gruppo caldo (P=0,16)
<i>Effects of foam rolling on performance and recovery: A systematic review of the</i>	Il foam roller è uno strumento comunemente utilizzato da atleti di	Per lo studio sono stati inclusi 49 articoli. La ricerca è stata svolta su 7 database	Sono stati inclusi ogni disegno studio che prendesse in considerazione il foam	Si è dimostrato che il foam roller in un contesto di warm up può ridurre la rigidità muscolare e aumentare il ROM articolare in associazione

<p><i>literature to guide practitioners on the use of foam rolling</i>[16]</p> <p>Hendricks S et al.</p> <p>2020</p>	<p>tutti i livelli sia nella fase di riscaldamento che nella fase di cool-down, dopo una seduta allenante. Lo Scopo di questa revisione sistematica è quello di determinare gli effetti del foam roller sul recupero e sulla performance</p>	<p>elettronici: Google Scholar; Science Direct; Pubmed Central; Pubmed; ISI Web of Science; Medline e Scopus. Gli studi selezionati dovevano essere pubblicati in lingua inglese tra gennaio 2006 e giugno 2019.</p>	<p>roller come terapia isolata o in combinazione con un'altra</p>	<p>anche a stretching dinamico. I maggiori benefici si hanno con un dosaggio tra i 90 e i 120s. Si è visto inoltre che il foam roller può alleviare i DOMS e aumentare la pressure pain threshold</p>
<p><i>The effects of self-myofascial release using a foam roller massager on joint range of motion, muscle recovery and performance: a systematic review</i>[17]</p> <p>Cheatham SW et al.</p> <p>2015</p>	<p>Lo scopo di questa revisione è quello di rispondere a 2 domande: può il massaggio miofasciale autoindotto con foam roller incrementare il ROM senza inficiare la performance? E in seguito ad un allenamento intenso può il massaggio miofasciale autoindotto con foam roller migliorare il recupero muscolare e ridurre i doms?</p>	<p>È stata effettuata una ricerca antecedente aprile 2015 sui seguenti database PubMed, PEDro, Science Direct, and EBSCOhost. Sono stati incluse revisioni tra pari, pubblicazioni in lingua inglese, studi che hanno indagato l'effetto dell'applicazione del foam roller su outcome come ROM, dolore muscolare (doms) e outcome prestativi e studi che andavano ad indagare l'effetto del foam roller contro un</p>	<p>Per indurre i doms alcuni studi hanno somministrato un protocollo di esercizi con sovraccarico che prevedeva di effettuare 10 ripetizioni per 10 serie di back squat col 60% dell'1RM a cui erano seguiti 20 minuti di trattamento con foam roller. Gli outcome presi in considerazione in uno studio erano indolenzimento muscolare utilizzando una scala numerica di valutazione del dolore, ROM del ginocchio,</p>	<p>L'utilizzo del foam roller negli studi che hanno utilizzato il back squat ha ridotto i livelli di dolore dei pazienti in tutti i tempi post-trattamento (gamma Cohen d 0,59-0,84) e sono stati notati miglioramenti nelle misure delle prestazioni tra cui velocità di sprint (gamma Cohen d 0,68-0,77), salto in lungo (gamma Cohen d 0,48-0,87) e Punteggi del test T (intervallo Cohen d 0,54) rispetto al gruppo di controllo. Nel gruppo di intervento che ha usato le kettlebell ha rilevato una riduzione significativa ($p < 0,0001$) del dolore a 10 minuti e un aumento ($p = 0,0007$) della soglia del dolore alla pressione fino a 30 minuti dopo l'intervento, ma una differenza non</p>

		<p>controllo. Sono stati esclusi studi non in lingua inglese, studi caso controllo, poster, abstract di conferenze e studi che indagavano l'effetto del foam roller ma non su outcome specifici. Dei 133 articoli selezionati inizialmente solo 14 avevano i criteri di inclusione richiesti.</p>	<p>MVC per l'estensione del ginocchio e attività neuromuscolare misurata tramite EMG, altezza del salto verticale, attivazione muscolare e ROM articolare rispetto al gruppo di controllo. In altri studi gli outcome presi in considerazione erano la soglia del dolore alla pressione del quadricipite utilizzando un algometro, la velocità di sprint su 30 m, il salto in lungo in piedi e il T test. Altri studi hanno utilizzato un 10x10 di stiff-legged deadlift con kettlebell con 30 secondi di recupero. Come protocollo di intervento si è utilizzato il foam roller per 10 minuti passato sulla parte posteriore della coscia. Qui i principali outcome presi in esame</p>	<p>statisticamente significativa col gruppo di controllo a 60 minuti (p=0,18)</p>
--	--	---	---	---

			<p>erano la VAS per il dolore e la pain pressure treshold con l'algometro.</p> <p>Il sit and reach test è stato usato come misura di outcome secondaria.</p> <p>I risultati sono stati rilevati al tempo 0, a 10, 30 e 60 minuti.</p>	
<p><i>The Effect of Pressotherapy on Performance and Recovery in the Management of Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis</i>[18]</p> <p>Wiśniowski P. et al</p> <p>2022</p>	<p>Questa revisione sistematica con metanalisi aveva lo scopo di verificare l'efficacia della pressoterapia nel trattamento dei DOMS.</p>	<p>Per la ricerca degli studi sono stati utilizzati i seguenti database elettronici: MedLine (PubMed e EMBASCO), WEB of Science e SPORT Discus.</p> <p>Sono stati inclusi articoli da marzo 2021 comprendenti RCT e studi cross-over che trattassero pazienti adulti di età compresa fra 18 e 65 anni di qualsiasi livello sportivo con dolori post esercizio fisico trattato con almeno un intervento descritto</p>	<p>Per indurre i doms sono stati utilizzati differenti tipi di esercizi: corsa sia in sprint che resistenza, back squat, esercizi eccentrici, counter movement jump, esercizi pliometrici, Reverse grip battle rope waves, Farmers carry, Chin-ups, Bar hangse Handgrip crushers.</p> <p>Come terapia compressiva di recupero sono state usate la ISPC (Intermittent sequential pneumatic</p>	<p>C'è stata una moderata riduzione statisticamente significativa dell'indolenzimento muscolare nell'overall effect da 24h a 96h dopo (Standard Mean Difference (SMD) = -0.33, 95% CI -0.49, -0.18; $p < 0.0001$; $I^2 = 7\%$). Nei sottogruppi a 24h, 72h e 96h post esercizio ci sono state delle riduzioni della dolenzia muscolare, ma non si sono rivelate statisticamente significative, solo il sottogruppo a 48h post esercizio ha mostrato risultati statisticamente significativi (SMD = -0.40, 95% CI -0.73, 0.07; $p = 0.02$; $I^2 = 0\%$).</p> <p>Dai risultati si è potuto constatare anche un effetto inconsistente dal punto di vista della significatività statistica anche per quanto riguarda</p>

		<p>come “terapia meccanica assistita esterna”</p> <p>Sono stati esclusi studi non in lingua inglese, esperimenti non randomizzati, studi osservazionali, studi secondari, revisioni narrative ed editoriali.</p> <p>Dei 639 articoli raccolti in una prima fase, solo 12 RCTs sono stati selezionati (5 trial randomizzati controllati e 7 randomized crossover trial) per un totale di 322 partecipanti.</p>	<p>compression) e la EPC (External pneumatic compression) a 70mmHg ad intervalli di 30s, solo uno ha usato una pressione di 235mmHg.</p> <p>Il tempo di esposizione alla terapia andava da un minimo di 6 minuti ad un massimo di 1 ora.</p> <p>Tra gli outcome presi in considerazione si evidenziano: la dolenzia muscolare, la misurazione della performance, sensazione di dolore, ROM, forza e marker ematici.</p> <p>Le misurazioni sono state fatte a 24h, 48h, 72h e 96h.</p>	<p>il miglioramento della performance (salto) (SMD = -0.04; CI = -0.36, -0.29; $p = 0.82$) e su un possibile effetto su marker ematici come la creatin kinasi (SMD =0.41; CI = -0.07, 0.89; $p = 0.09$; $I^2 = 63\%$).</p>
<p><i>Post-competition recovery strategies in elite male soccer players. Effects on performance: A systematic review and meta-analysis[19]</i></p>	<p>Lo scopo principale di questo studio è quello di rivedere le prove disponibili sugli effetti delle strategie e degli interventi di recupero post-partita</p>	<p>Per la raccolta degli studi sono stati utilizzati 6 database: Medline (PubMed), Scopus, SPORTDiscus, WOS (Web of Science), CINAHL, e Cochrane Central</p>	<p>Dei 5 studi presi in esame, 3 trattavano l'efficacia della terapia compressiva, 1 studio trattava gli ipotetici effetti della crioterapia e 1 studio riguardava gli effetti sul recupero</p>	<p>Si è evidenziato nei test di performance solo un miglioramento nella del CMJ a 48h (SMD = 0.70; 95% CI 0.14 to 1.25; $p = 0.001$; $I^2 = 10.4\%$) nei gruppi che hanno utilizzato come strategia di recupero la terapia compressiva e la crioterapia. Test dei 20 metri di</p>

<p><i>Altarriba-Bartes A. et al.</i> 2020</p>	<p>nei calciatori professionisti o semi-professionisti al fine di determinarne l'effetto sui risultati delle prestazioni, sui marcatori fisiologici e indicatori di benessere post-partita.</p>	<p>Register of Controlled Trials (CENTRAL). Sono stati inclusi solo RCTs con data di pubblicazione precedente al 20 maggio 2020, i cui partecipanti erano calciatori professionisti o semi-professionisti divisi in gruppi eguali (di intervento e di controllo), nei quali la strategia di recupero fosse somministrata dopo una partita. Dopo un adeguato screening degli studi sono stati inclusi 5 RCTs per un totale di 69 partecipanti con età compresa fra i 18 e i 28 anni di età.</p>	<p>dell'igiene del sonno. Tra i principali outcome presi in considerazione si evidenziano: cambiamento della forza muscolare (massima contrazione volontaria), 20 m sprint, counter movement jump e sono stati presi in esame anche cambiamenti psicologici, fisiologici (creatin kinasi e CRP) e di benessere (DOMS a quadricipiti, ischiocrurali e polpacci).</p>	<p>velocità a massima contrazione volontaria hanno ottenuto risultati statisticamente non significativi sia a 24 che a 48h nei gruppi di intervento. Per quanto riguarda marker ematici (CK e CRP) e DOMS hanno riscontrato risultati statisticamente significativi sia a 24h che a 48h (SMD = -0.56 to -0.72).</p>
<p><i>Does vibration benefit delayed-onset muscle soreness?: a meta-analysis and systematic review</i>[20] <i>Lu X, Wang Y</i></p>	<p>Questa revisione sistematica con metanalisi si è proposta di mettere chiarezza in letteratura sui possibili effetti benefici della terapia con vibrazione sui</p>	<p>La ricerca è stata effettuata fino al 30 maggio 2018 sui seguenti database: PubMed, the Cochrane Library, Embase, Web of Science, SPORTDICUS, Physiotherapy</p>	<p>Per indurre i DOMS nei pazienti, i diversi studi hanno usato strategie diverse alla cui base in molti di essi vi era l'esercizio eccentrico. Infatti alcuni hanno utilizzato la corsa in discesa, altri</p>	<p>I risultati hanno mostrato come la terapia vibratoria apportasse benefici statisticamente significativi nella riduzione della VAS sia a 24h (SMD = -1.53, 95% CI = -2.57 to -0.48, P = 0.004, I² = 91%) che a 48h (SMD = -2.04, 95% CI = -3.40 to -0.69, P = 0.003, I² = 92%) che a 72h (SMD = -1.60, 95% CI = -2.99</p>

<p>2019</p>	<p>DOMS dato che fino ad allora gli effetti erano un po' controversi.</p>	<p>Evidence Database, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Chinese Biomedical Literature Database (SinoMed), e WanFang.</p> <p>Sono stati selezionati studi in cui vi erano pazienti affetti da DOMS il cui trattamento vibratorio consisteva in una WBV(whole body vibration) o una LV(local vibration, solo sul muscolo affetto) confrontato con placebo o terapie convenzionali.</p> <p>Tra le misure di outcome ricercate negli studi vi era la VAS (visual analog scale) e livelli di CK (creatin kinasi).</p> <p>Nella selezione sono stati esclusi studi quasi sperimentali, studi osservazionali, case report, editoriali, lettere</p>	<p>hanno utilizzato la camminata in discesa su treadmill, altri hanno usato l'esercizio eccentrico con un dinamometro isocinetico e altri ancora hanno utilizzato esercizi isometrici e concentrici.</p>	<p>to -0.21, $P=0.02$, $I^2=88\%$) Grazie alla terapia vibratoria i livelli di CK sono sensibilmente scesi sia a 24h che a 48h rispettivamente (SMD = -1.46, 95% CI = -2.66 to -0.27, $P=0.02$, $I^2=89\%$) e (SMD = -6.20, 95% CI = -10.90 to -1.44, $P=0.01$, $I^2=96\%$), mentre a 72h non vi era una differenza statisticamente significativa tra il gruppo di intervento con vibrazione e il gruppo controllo</p>
-------------	---	---	--	--

		e opinione di esperti. Dei 999 records raccolti solo 10 sono stati selezionati (8 in lingua inglese e 2 in lingua cinese) per un totale di 258 partecipanti.		
<p><i>Effects of Kinesio Tape on Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-analysis</i>[21]</p> <p>Jianping lin et al</p> <p>2021</p>	<p>Lo scopo di questa revisione sistematica con metanalisi è valutare l'applicabilità del kinesio tape al fine di trattare i DOMS indotti da uno strenuo esercizio fisico</p>	<p>Per la raccolta degli studi per questa revisione sistematica sono stati seguiti i seguenti criteri di inclusione: selezione di RCTs e crossover randomized trials che trattassero l'efficacia del kinesio tape sui doms su umani. Sono stati presi in considerazione studi che come strategia di intervento primaria avevano il kinesio tape e un gruppo di controllo con cui confrontare i risultati al quale poteva essere somministrato un kinesio tape placebo, una terapia passiva o riposo.</p>	<p>8 studi su 9 per indurre i DOMS hanno usato l'esercizio eccentrico in diverse varianti, è stato utilizzato il drop jump, lo squat frog jump, squat jump da rialzo e esercizio eccentrico con isocinetica. 1 studio ha usato leg extension per indurre i DOMS al muscolo quadricipite. I principali muscoli indagati erano il quadricipite in 6 studi, 1 studio sia quadricipite che polpacci e l'ultimo studio il bicipite brachiale.</p>	<p>I risultati hanno mostrato l'efficacia dell'applicazione del kinesio tape sulla riduzione della dolorabilità percepita sia a 48h (MD: -0.67, 95% CI: -1.10 to 0.24, $P = 0.002$, $I^2 = 61\%$) che a 72h (MD: -0.81, 95% CI: -1.45 to -0.17, $P = 0.01$, $I^2 = 86\%$) ma non a 24h (MD: -0.39, 95% CI: -0.14 to 0.36, $P = 0.31$, $I^2 = 71\%$), mentre non si è riscontrato un beneficio statisticamente significativo della CK sia a 24h che a 48h che a 72h. Inoltre sull'outcome della forza muscolare i risultati hanno evidenziato come il kinesio tape apporti dei cambiamenti statisticamente significativi nella forza del quadricipite a 72h (SMD: 0.35, 95% CI: 0.02 to 0.69, $P = 0.04$, $I^2 = 0\%$), risultati che non si ritrovano però a 24h e 48h post esercizio dove rispettivamente (SMD: 0.23, 95% CI: -0.20 to</p>

		<p>I principali outcome esaminati si trova la dolenzia muscolare, la forza (intesa come massima forza isometrica o picco di forza erogabile) e i livelli ematici di CK (creatin kinasi).</p> <p>Di 1063 studi raccolti inizialmente solo 8 sono stati selezionati per un totale di 289 partecipanti.</p>		<p>0.65, $P = 0.29$, $I^2 = 0\%$) e (SMD: 0.23, 95% CI: -0.10 to 0.56, $P = 0.18$, $I^2 = 0\%$).</p>
--	--	--	--	--

4. DISCUSSIONE

Alla luce del fatto che la massimizzazione di una performance non dipenda solo dall'allenamento, ma soprattutto da un giusto equilibrio fra stimolo allenante e recupero, si sono svolti diversi studi che avevano come obiettivo trovare delle strategie che potessero accelerare questo processo.

In letteratura infatti si trovano numerosi lavori che hanno la finalità di valutare la reale efficacia di differenti metodiche di trattamento dei DOMS: la maggior parte delle terapie più utilizzate trovano campo di applicazione nel mondo del benessere, nella cura e trattamento degli inestetismi, alcune con costi più contenuti e altre con costi più rilevanti.

Tra gli studi selezionati per questo elaborato rientrano solamente revisioni sistematiche con o senza metanalisi, proprio per fornire un quadro completo riguardo questo argomento, ma allo stesso tempo sostenute dalle più solide evidenze presenti.

Nonostante la selezione degli studi, sono presenti dei limiti all'interno di essi.

La popolazione presa in esame nei vari studi infatti è molto eterogenea, in molti studi si parla dell'inclusione di pazienti di qualsiasi livello atletico, quindi ipoteticamente dallo sportivo amatoriale all'atleta semiprofessionista, il che comporta un bias riguardo la possibile differente risposta agli stimoli allenanti somministrati al fine di indurre i DOMS, oltre al fatto che i primi possano avere una minor confidence con questa "sintomatologia".

Un altro fattore che rappresenta un forte bias riguarda la differente strategia di esercizi utilizzati al fine di indurre i DOMS, in alcuni studi infatti si utilizzano esercizi con sovraccarichi, altri studi si concentrano sulla fase eccentrica del movimento, altri concentrica e altri ancora utilizzano protocolli di esercizi più funzionali e sport specifici.

In molti studi la rilevazione di alcuni outcome come soprattutto la VAS pre e post trattamento erano patient reported con una conseguente componente soggettiva di percezione della dolorabilità muscolare che ha sicuramente influenzato la comparazione dei risultati.

Un altro fattore da non trascurare è l'impossibilità che i partecipanti e il personale che esegue la terapia possano essere in cieco.

Sommario delle evidenze

In questa revisione sono stati identificati 10 elaborati dai quali emerge come ancora oggi, nonostante questo fenomeno sia stato oggetto di studio già nei primi anni del '900, non ci sia piena chiarezza sia sul meccanismo di insorgenza e neppure su quale possa essere il trattamento più efficace.

Tra le terapie più utilizzate ed apparentemente più efficaci per i risultati ottenuti si trovano la crioterapia e il massaggio (passivo o autoindotto con foam-roller).

CRIOTERAPIA

4 studi [12][14][15][19] hanno trattato l'effetto della crioterapia, nei quali emerge come questa si possa rivelare una terapia efficace nel contrastare la dolorabilità muscolare nel breve periodo (entro 24h); solo uno studio [19] riporta effetti statisticamente significativi a 48h sulla riduzione del dolore e sul miglioramento della performance. Nessun effetto statisticamente significativo viene riscontrato sui marker oggettivi.

Va sottolineato però come 2 studi [12][19] non abbiano riportato quale forma di crioterapia sia stata usata ed a quale temperatura sia stata applicata.

Sarebbero però da indagare anche i possibili discomfort all'esposizione di temperature così basse da parte dei pazienti e sarebbero da approfondire, oltre agli effetti a breve termine, i possibili effetti a lungo termine dell'esposizione alla crioterapia, esposizioni che potrebbe remare contro quelli che sono i processi fisiologici all'adattamento muscolare e all'ipertrofia.[22]

TERAPIA CON CALORE

Dallo studio di Yutan Wang et al.[15] sembrerebbe che la terapia con calore e con freddo si possa considerare sovrapponibile in termini di efficacia.

MASSAGGIO

La terapia con massaggio è stata valutata in 3 diversi studi [12][16][17], in ognuno di essi si può riscontrare come questa forma di trattamento possa risultare un valido alleato al trattamento dei DOMS.

Nel primo studio citato in particolare, oltre alla riduzione della dolorabilità e quindi un miglioramento di outcome soggettivi, si è constatato anche un effetto statisticamente

significativo su outcome oggettivi come la riduzione dei livelli plasmatici di creatina chinasi e una diminuzione più contenuta dell'interleuchina-6 e proteina C-reattiva.

TERAPIA VIBRATORIA

Tra le altre forme di trattamento sicuramente meno economica e meno accessibile troviamo la terapia vibratoria.

Lo studio riportato del 2019[20] si è proposto tramite una revisione sistematica con metanalisi di verificare se la terapia vibratoria apportasse dei sostanziali benefici nei DOMS, dato che in letteratura vi erano fino ad allora pareri molto discordanti.

I risultati hanno messo in luce come l'esposizione alla vibrazione, dopo un allenamento intenso, apporti un sostanziale calo della VAS sia nel breve termine (24h) sia nei periodi di rilevazione più distanti (fino a 72h). I benefici di questo trattamento si riversano anche su outcome oggettivi, infatti la rilevazione dei valori ematici di creatin kinasi ha mostrato una sua riduzione statisticamente significativa.

I restanti interventi terapeutici valutati negli studi si sono rivelati meno efficaci di quelli sopracitati, infatti le restanti terapie hanno permesso di ottenere un miglioramento degli outcome presi in considerazione, ma non tale da ottenere una significatività statistica.

Nello specifico elettrostimolazione, terapia iperbarica [12]e stretching [12][13] non hanno ottenuto la significatività statistica in nessun outcome preso in considerazione.

Diversamente, la terapia compressiva ha ottenuto risultati contrastanti, risultando efficace nello studio di Olivier Dupuy et al[12] nella gestione dei DOMS, ma di scarsa validità in uno studio più recente del 2022 di Wiśniowski P. et al[18].

Infine il trattamento con kinesio tape ha mostrato parziali benefici, infatti sembrerebbe che una sua applicazione nella zona interessata apporterebbe una riduzione della sintomatologia dolorosa dopo le 48h ed un miglioramento della forza muscolare solo dopo 72h.[21]

5. CONCLUSIONI

Dall'analisi degli studi proposti si può affermare che la crioterapia, la terapia con calorie, il massaggio e la vibrazione rappresentino dei validi alleati nella gestione della sintomatologia legata ai DOMS.

Si può però anche concludere che dato che, questa condizione si risolve autonomamente nell'arco di 72-96 ore e le terapie proposte più che diminuirne i tempi, alleviano la sintomatologia, queste trovano una minor finestra di applicazione in ambito fisioterapico/terapeutico, in cui tendenzialmente a fine riabilitativo si tende a lavorare lontani da parametri di volume e intensità che possano portare all'insorgenza di questo fenomeno.

La loro applicazione trova un campo più ampio in ambito sportivo in relazione al tipo di attività, livello agonistico e all'eventuale costo dell'apparecchiatura per svolgere un determinato trattamento. In questo contesto infatti l'atleta è costretto a svolgere allenamenti e partite ravvicinate, anche ogni 2 giorni, nelle quali è chiamato ad esprimere il massimo della sua performance sportiva; a questo proposito un calo significativo anche se non totale della sintomatologia algica potrebbe risultare determinante.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Costello JT, Baker PR, Minett GM, Bieuzen F, Stewart IB, Bleakley C. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Sep 18;2015(9):CD010789. doi: 10.1002/14651858.CD010789.pub2. PMID: 26383887; PMCID: PMC9579836.
- 2) P. M. Clarkson, K. Nosaka, and B. Braun, "Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 24, no. 5, pp. 512–520, 1992.
- 3) A. Giuseppe, A. Guglielmo, B. Roberto; "Fisiologia dell'uomo"; Edi. Ermes editore; 2003;
- 4) Hough. *Ergographic studies in muscular soreness*. *American Journal of Physiology* 1902 (7): 76–92.
- 5) Pyne DB. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. *Aust J Sci Med Sport.* 1994 Sep-Dec;26(3-4):49-58. PMID: 8665277.
- 6) Lamb GD. Mechanisms of excitation-contraction uncoupling relevant to activity-induced muscle fatigue. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2009 Jun;34(3):368-72. doi: 10.1139/H09-032. PMID: 19448700.
- 7) Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1984, 16 (6): 529–38
- 8) Prasartwuth O, Allen TJ, Butler JE, Gandevia SC, Taylor JL. Length-dependent changes in voluntary activation, maximum voluntary torque and twitch responses after eccentric damage in humans. *Journal of Physiology* 2006;571(1):243-52.

- 9)Howatson G., van Someren K.A. The Prevention and Treatment of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sport. Med.* 2008;38:483–503. doi: 10.2165/00007256-200838060-00004.
- 10) Malm C, Sjödín TL, Sjöberg B, Lenkei R, Renström P, Lundberg IE, Ekblom B. Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. *J Physiol.* 2004 May 1;556(Pt 3):983-1000. doi: 10.1113/jphysiol.2003.056598. Epub 2004 Feb 6. PMID: 14766942; PMCID: PMC1664987.
- 11)Abraham WM. Factors in delayed muscle soreness. *Med Sci Sports.* 1977 Spring;9(1):11-20. PMID: 870780.
- 12)Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Front Physiol.* 2018 Apr 26;9:403. doi: 10.3389/fphys.2018.00403. PMID: 29755363; PMCID: PMC5932411.
- 13)Afonso J, Clemente FM, Nakamura FY, Morouço P, Sarmiento H, Inman RA, Ramirez-Campillo R. The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Front Physiol.* 2021 May 5;12:677581. doi: 10.3389/fphys.2021.677581. PMID: 34025459; PMCID: PMC8133317.
- 14)Hohenauer E, Taeymans J, Baeyens JP, Clarys P, Clijsen R. The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One.* 2015 Sep 28;10(9):e0139028. doi: 10.1371/journal.pone.0139028. PMID: 26413718; PMCID: PMC4586380.
- 15)Wang Y, Li S, Zhang Y, Chen Y, Yan F, Han L, Ma Y. Heat and cold therapy reduce pain in patients with delayed onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of 32 randomized controlled trials. *Phys Ther Sport.* 2021 Mar;48:177-187. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.01.004. Epub 2021 Jan 14. PMID: 33493991.

16)Hendricks S, Hill H, Hollander SD, Lombard W, Parker R. Effects of foam rolling on performance and recovery: A systematic review of the literature to guide practitioners on the use of foam rolling. *J Bodyw Mov Ther.* 2020 Apr;24(2):151-174. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.10.019. Epub 2019 Nov 2. PMID: 32507141.

17)Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. *Int J Sports Phys Ther.* 2015 Nov;10(6):827-38. PMID: 26618062; PMCID: PMC4637917.

18)Wiśniowski P, Cieśliński M, Jarocka M, Kasiak PS, Makaruk B, Pawliczek W, Wiecha S. The Effect of Pressotherapy on Performance and Recovery in the Management of Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2022 Apr 7;11(8):2077. doi: 10.3390/jcm11082077. PMID: 35456170; PMCID: PMC9028309.

19)Altarriba-Bartes A, Peña J, Vicens-Bordas J, Milà-Villaroel R, Calleja-González J. Post-competition recovery strategies in elite male soccer players. Effects on performance: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2020 Oct 2;15(10):e0240135. doi: 10.1371/journal.pone.0240135. PMID: 33007044; PMCID: PMC7531804.

20)Lu X, Wang Y, Lu J, You Y, Zhang L, Zhu D, Yao F. Does vibration benefit delayed-onset muscle soreness?: a meta-analysis and systematic review. *J Int Med Res.* 2019 Jan;47(1):3-18. doi: 10.1177/0300060518814999. Epub 2018 Dec 10. PMID: 30526170; PMCID: PMC6384495.

21)Lin J, Guo ML, Wang H, Lin C, Xu G, Chen A, Chen S, Wang S. Effects of Kinesio Tape on Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-analysis. *Biomed Res Int.* 2021 May 31;2021:6692828. doi: 10.1155/2021/6692828. PMID: 34159201; PMCID: PMC8188598.

22)Roberts LA, Raastad T, Markworth JF, Figueiredo VC, Egner IM, Shield A, Cameron-Smith D, Coombes JS, Peake JM. Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. *J Physiol*. 2015 Sep 15;593(18):4285-301. doi: 10.1113/JP270570. Epub 2015 Aug 13. PMID: 26174323; PMCID: PMC4594298.