

1

2017

Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology



Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology

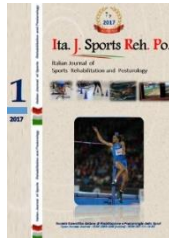


Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology



Società Scientifica Italiana di Riabilitazione e Posturologia dello Sport
Open Access Journal - ISSN 2385-1988 [online] - IBSN 007-111-19-55



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

788

Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della letteratura per un corretto approccio terapeutico.

Rosario D'Onofrio,¹ Vincenzo Manzi,² Francesco Delmorgine,³ Gabriele Papa⁴ Pasquale Tamburrino,⁵ Antonio Bovenzi⁶ Antonio Pintus,⁷ Luigi Febbrari⁸

¹ *Società Scientifica Italiana di Riabilitazione e Posturologia dello Sport - Roma – Italia*

² *FC Torino Calcio – Torino – Italia*

³ *Ternana Calcio – Terni -Italia*

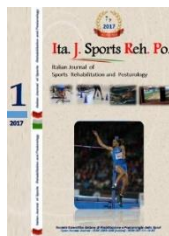
⁴ *Humanitas Research Hospital – Milano*

⁵ *Italia Libera Associazione Medici del Calcio – Roma – Italia*

⁶ *FC Torino Calcio - Torino – Italia*

⁷ *FC Real Madrid – Madrid – Spagna – Italia*

⁸ *Bodini Salute Center – Brescia - Italia*



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

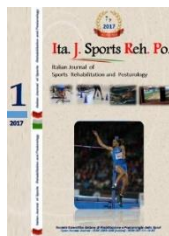
ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Abstract

789

Background: *L'insorgenza ritardata del dolore muscolare (Delayed Onset Muscle Soreness – DOMS), è riscontrabile spesso dopo esercizio eccentrico, con riflessi negativi sui livelli di performance, esponendo l'atleta ad incrementi dei fattori di rischio di lesioni all'apparato muscolo-tendineo. I meccanismi alla base dei DOMS non sono pienamente compresi; tuttavia, è generalmente accettato che il DOMS è associato con un danno muscolare e/o al tessuto connettivo e/o a risposte infiammatorie successive ad esercizi a prevalenza eccentrici.* **Obiettivo:** *L'obiettivo di questa Review è verificare attraverso una scansione della letteratura internazionale i principali modelli di trattamento del DOMS.* **Metodo:** *Gli autori hanno effettuato una revisione della letteratura utilizzando Clinical Queries preferendo una "BROAD STRATEGY" e utilizzando anche MeSH Terms combinati ad operatori Booleani "AND" e "OR" e "textwords" indipendenti nella banca dati biomedica PubMed, includendo così solo studi indicizzati. Sono state utilizzate Key words come: Delayed Onset Muscle Soreness, Eccentric Exercise, Whole-Body Cryotherapy (WBC), Cold-water immersion (CWI), Curcumin della quale si è voluto indagare la reale efficacia ed affidabilità nel trattamento del DOMS in particolare i suoi effetti sul dolore e sulla funzionalità articolare.* **Risultati:** *È comunemente accettato, dalla comunità scientifica che l'insorgenza ritardata dolore muscolare si verifica con l'esposizione ripetuta a contrazioni muscolari eccentriche o a modulazione errate del carico di allenamento. L'esercizio eccentrico, nella pratica sportiva agonistica, provoca l'insorgenza di un dolore muscolare tardivo, definito con l'acronimo DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness). Questo dolore muscolare tardivo, DOMS, raggiunge il suo picco tra 24 e 48 ore dopo l'esercizio provocando un decremento del range articolare e della performance sportiva. Per quanto riguarda la Curcumina la letteratura ne valorizza l'utilizzo soprattutto per quanto riferito al dolore muscolare ma ne consiglia l'utilizzo associato alla piperina per una maggiore biodisponibilità della curcumina. Cold-water immersion (CWI) e Whole-Body Cryotherapy (WBC), non sono rappresentate da grande evidenze scientifiche, i risultati presenti evidenziano, in relazione ad una corretta posologia, una positività applicativa soprattutto nel recupero post-training e post-Match.* **Conclusioni:** *L'esatta eziologia di DOMS rimane, negli studi presenti contraddittoria, diversi studi suggeriscono che esso è innescato da una varietà di alterazioni biochimiche e dalle risposte infiammatorie dopo un esercizio eccentrico, piuttosto che da un singolo evento lesivo. Il trattamento rimane spesso contraddittorio visto anche la poca omogeneità degli studi da noi recensiti.*

Key words: *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS), Eccentric Exercise, Curcumin, Cold-water immersion (CWI), Whole-Body Cryotherapy (WBC).*



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Il dolore muscolare post esercizio eccentrico

L'esercizio eccentrico, nella pratica sportiva agonistica, provoca "turbolenza ed affaticamento muscolare"^{2,3} e un dolore muscolare tardivo, definito DOMS (*Delayed Onset Muscle Soreness*)¹. Per Miles⁵ il DOMS è descrivibile come la sensazione dolorosa d'iperestesia, di dolore profondo e rigidità muscolare che inizia alcune ore dopo l'esercizio con un danno muscolare, che interessa soprattutto le fibre di tipo II, a livello della striatura Z.

Dopo che il "danno" iniziale, meccanico, al muscolo è conclamato, vi è una risposta secondaria che conduce all'ulteriore lesione e questa dovuta al processo infiammatorio⁸

0	una completa assenza del dolore
1	un dolore leggero, vago, sentito solamente alla palpazione
2	un dolore moderato, sentito alla palpazione,
3	un dolore leggero sentito quando si sale o si scende le scale
4	un dolore leggero sentito durante il cammino su una superficie uniforme
5	un dolore vivo al cammino associato ad una rigidità e/o debolezza muscolare
6	Un severo dolore che limita le abilità al movimento

Tavola 1. La Likert Scale of Muscle Soreness - Rappresentazione del dolore muscolare passate 12 ore dal training.

L'entità del dolore espresso^{6,7} (tavola 1) va da un leggero disagio muscolare ad un indolenzimento massimo tale da limitare la performance.

L'insorgenza^{1,5,21} sopraggiunge dopo circa 8–24 ore, per avere un picco massimo, dopo 48–96 ore post esercizio. La normalizzazione dei valori si avrà orientativamente intorno al 7–10° giorno.

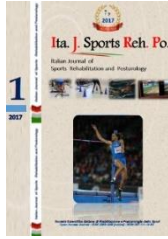
Il dolore presente alla palpazione del muscolo è associato al gonfiore che incrementa la pressione intramuscolare, riducendo così anche l'apporto ematico.^{11,17}

Bisogna tener presente però, che quando lo stiramento eccentrico è preceduto da un'attività concentrica segue un ritardo nell'avvertire il dolore muscolare⁴. Clarkson¹¹ ha evidenziato che anche lievi esercizi isometrici possono provocare anche un Dolore Muscolare Tardivo, ma decisamente ridotto. Per Nelson²⁵ sono sufficienti 15min. di corsa in discesa, per provocare un dolore muscolare tardivo con i relativi cambi funzionali e morfologici associati.

Delayed Onset Muscle Soreness DOMS: Effetti sulla performance

Gli "Effetti Collaterali" post esercizio eccentrico sono ricollegabili e correlabili non solo al dolore ma principalmente a riduzioni dei valori di forza massima isometrica, della flessibilità e del Range of Motion (ROM). Dannecker,²⁸ riporta che nelle donne il "Pain Level" del dolore muscolare (DOMS) indotto da training di resistenza eccentrica misurato dopo 48h, è minore rispetto che agli atleti maschi.

Saxton⁴² ha osservato che al DOMS post esercizio eccentrico, si associa anche una riduzione della capacità del controllo neuromuscolare. Sono state osservate alterazioni della coordinazione muscolare ed un decremento dei livelli di forza isometrica.²⁵ La riduzione dei



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

livelli di forza probabilmente è causata da lesioni muscolari a livello dei sarcomeri, quando durante la contrazione eccentrica sono violentemente allungati.

I valori di forza massima presentano un decremento orientativo pari al 50/60% dei valori massimi di riferimento immediatamente dopo l'esercizio eccentrico.¹⁸

La durata della riduzione dei livelli di forza è in relazione alla strutturazione del lavoro eccentrico, e può richiedere un minimo di 8–10 giorni per un recupero dei valori baseline⁴³.

Evans⁴⁴ ha osservato un significativo decremento del picco di forza eccentrico isocinetico (test a 60°sec) dei flessori del gomito e più precisamente il calo dei livelli di forza è inquadrabile in:

- ✓ a 0 ore: il 43%
- ✓ a 24 ore: il 38%
- ✓ a 48 ore: il 32%

da evidenziare che alla 14^a giornata i valori del picco di forza erano rientrati ai livelli normali. Si ipotizza¹⁴ che il decremento dei valori di forza sia in relazione ad un aumento della produzione di radicali liberi. È stato riportato da biopsie muscolari e che la percentuale di re-sintesi del glicogeno muscolare è ridotta dopo esercizio eccentrico se questo è comparato ad un esercizio concentrico¹⁴.

Nelson²⁵ sostiene che una dieta ricca di carboidrati, durante la fase di recupero, post esercizi eccentrici, non è in grado di ristabilire le riserve di glicogeno muscolare²⁵.

È utile ricordare che - secondo gli autori - il decremento delle scorte di glicogeno nel muscolo, possono predisporre lo stesso ad una maggiore lesione relativa alla esecuzione di esercizio eccentrico.

Secondo Newham¹³ la distribuzione del DOMS è più rilevante in corrispondenza della giunzione muscolo-tendinea, componente anatomica particolarmente esposta al danno meccanico¹³ predisponendo l'atleta a patologie da overuse.

Tra l'altro è stato mostrato che l'esecuzione di esercizi eccentrici provoca un accorciamento o uno status contrattuale dei muscoli interessati, che potrebbero essere tra l'altro, responsabili del DOMS o comunque il fattore predisponente di infortuni muscolari.

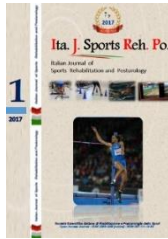
L'introduzione di un esercizio aerobico, secondo Millar,⁴⁰ per 20 minuti al 50% della FCmax effettuato a 3, 24, e 48 ore post esercizio eccentrico, non allevia il DOMS e non provoca riscontri positivi sulla risoluzione dei deficit di flessibilità spesso associati al DOMS stesso.

Sempre sui deficit funzionali associati al DOMS, MJ Cleak²⁶ fece effettuare a 26 giovani donne, di età media 21.4 ±3.3 anni, 70 ripetizioni massime eccentriche dei flessori del gomito su una pulley machine, appositamente disegnata per questo studio.

Furono prese in esame:

- a. misure di indolenzimento;
- b. rigidità;
- c. gonfiore muscolare;
- d. forza isometrica,

questi parametri furono monitorati sia immediatamente dopo l'esercizio, che ad intervalli di 24h per un totale di 11 giorni. L'arto controlaterale fu usato come controllo. Si evidenziò che



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

tutti i parametri esaminati ritornarono a livelli baseline dopo l'11° giorno ad eccezione del picco di forza massima isometrica i cui parametri rimanevano ancora inferiori ($P < 0.01$).

La natura prolungata di questi sintomi indicano che la riparazione di tessuti molli danneggiati è un processo lento. La perdita di forza è considerato particolarmente importante in quanto continua quando il dolore e il gonfiore sono scomparsi visto che, vanno ad elevare i fattori di rischio di lesioni muscolari. Queste considerazioni finali devono essere tenute in considerazione quando si propongono training eccentrici sia atti al miglioramento della performance sia quando questi sono inseriti nei training di riabilitazione in pazienti con patologie muscolo tendinee.

Interessanti le riflessioni proposte da Gleeson²⁷ sulla possibilità di ridurre l'intensità del dolore, del danno muscolare e dei livelli di forza attraverso una serie di esercizi effettuati precedentemente al training eccentrico.

La ricerca ruotava intorno a 4 uomini e 4 donne, età media 21.1 ± 0.8 anni, che seguirono un programma di training concentrico di quattro settimane. I flessori del gomito, del braccio non-dominante, furono allenati al 60% di 1RM concentrica, tre volte alla settimana, incrementando la percentuale di carico fino al 70% dalla 3^a settimana. Dopo tre giorni di recupero, i partecipanti effettuarono 50 massime contrazioni isocinetiche eccentriche su entrambe le braccia. Tuttavia, per rafforzare le teorie proposte da Gleeson, sarebbe opportuno ripetere l'esperimento su un campione più ampio.

La Forza, la circonferenza del braccio, l'indolenzimento nell'estensione e flessione attiva del gomito furono registrati immediatamente al momento dell'esecuzione dell'esercizio eccentrico, un'ora dopo, e quindi ad intervalli di 24 ore per tre giorni consecutivi. L'inclusione di training concentrici effettuati prima di un lavoro eccentrico, tende ad esacerbare la gravità degli effetti negativi indotti dall'esercizio eccentrico.²⁷

Così possiamo affermare come l'inclusione, isolata, di un condizionamento concentrico anche in programmi riabilitativi, per esempio nell'ambito del trattamento del Jumper's Knee, o delle tendinosi dell'achilleo, tende ad esacerbare la gravità del dolore e del danno muscolare da contrazione eccentrica.

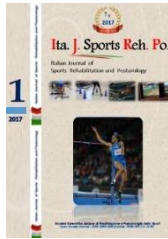
Un lavoro muscolare di tipo eccentrico, eseguito per 9 settimane prima di iniziare un nuovo programma sempre eccentrico, può così ridurre il successivo dolore muscolare tardivo e la conseguenziale "debolezza muscolare."²⁹

Gli effetti del DOMS sono alleviati quando si fa precedere il training eccentrico, da un altro "esercizio che produce dolore" simile al precedente.^{30,31,32}

Il disagio post esercizio acuto associato con DOMS è molto probabilmente riferito ai cambiamenti strutturali e biochimici con modificazione dei valori sierici relativi alla Mioglobina (incremento rapido post esercizio), CPK (picco massimo entro 24-48 ore), Transaminasi (in particolar modo GOT con incremento tardivo) e LDL (incremento tardivo).

Delayed Onset Muscle Soreness - DOMS: Il trattamento

Un studio di Armsey³⁴, rileva che il 13% di tutti gli atleti universitari americani usa integrazioni di creatina. Aggiuntive integrazioni di Creatina, danno luogo ad un aumento di peso riferito a ritenute idriche che possono impedire una ottimale performance^{36,37}. Comunque, esiste una popolazione considerevole che afferma che una somministrazione supplementare di creatina



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

comporterebbe una maggiore incidenza delle lesioni muscolari.³⁵ In ogni modo non c'è nessuna ricerca o studio che sostiene ampiamente che queste argomentazioni siano scientificamente attendibili, anzi, ci sono dati preliminari che mostrano un decremento dell'incidenza delle lesioni muscolari fra i giocatori di football americano che prendono integrazioni di creatina.³⁸

Si prospetta l'ipotesi che la somministrazione di creatina, può proteggere il muscolo dal decremento di forza, dalle lesioni consequenziali al DOMS e dalle patologie da sovraccarico a carico dell'apparato muscolo scheletriche.³³

L'assunzione di integratori di vitamina C, per un breve periodo, prima e dopo l'esercizio fisico può ridurre i sintomi del DOMS. La supplementazione regolare non porta ad un tale risultato.

Supplementazione di vitamina C, secondo Bryer⁵⁴, con una somministrazione di 3g al giorno per 2 settimane prima e 4 giorni dopo l'esercizio eccentrico potrebbe ridurre il dolore muscolare (MS), lo stress ossidativo e la funzione muscolare.⁵⁴

Uno studio di Yoshikazu Takanami⁴⁴ ha indagato gli effetti della vitamina E (Tocolerolo) sulla performance. Il lavoro scientifico⁴⁴, ha evidenziato l'azione antiossidativa e l'importante ruolo della Vitamina E nella prevenzione del danno recato dai radicali liberi.

Integrazioni quotidiane da 100 a 200mg di vitamina E, sono consigliate per atleti che praticano sport di resistenza, per prevenire i danni ossidativi indotti dall'esercizio fisico e per migliorare i livelli di recupero.

L'effetto del Tocolerolo viene inattivato dalle somministrazioni di ferro. Pertanto è essenziale che integrazioni a base di Ferro non vengano assunte in concomitanza alla vitamina E, ma assunte ad almeno 10-12 ore di distanza. Molte sostanze possono ridurre l'assorbimento di composti inorganici di ferro (come il contraccettivo orale).

Trattamenti terapeutici e suggerimenti (tavola 2) per il trattamento del DOMS, sono numerosi e vanno dalle terapie farmacologiche, omeopatiche, tecniche di stretching, pratiche massoterapiche a integratori nutrizionali.

Da quello che scaturisce dalla letteratura possiamo evidenziare che, trattamenti con farmaci antinfiammatori ed antiossidanti, sembrano avere risultati alterni sul trattamento del DOMS.

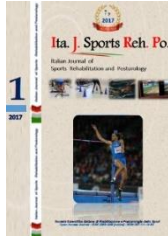
L'approccio con sistemi terapeutici convenzionali come massaggio, ultrasuoni e stretching appare discusso in letteratura presentati come poco efficaci¹⁵. La magnetoterapia, spesso somministrata anche impropriamente, non ha nessun effetto sul dolore e sulla rigidità muscolare associati al dolore post esercizi eccentrici.¹⁶

Tra l'altro, riportiamo da un lavoro di Herbert¹⁰, nel quale si evidenzia che non vi è nessun effetto positivo successivo dall'esecuzione degli esercizi di allungamento nelle 24-72 ore post esercizio in relazione al decremento del DOMS.

Tringali⁹ sottolinea in un articolo del 2015 come somministrazioni di amino acidi posso accelerare il recupero post esercizio e decrementare il rischio di lesioni muscolari.

L'applicazione di Kinesio- Taping e dello stretching non contribuiscono al miglioramento della flessibilità a 24 ore e 48 ore post esercizio, ma possono attenuare il dolore muscolare.⁵⁹

Al contrario, Boobphachart⁶⁰, in una pubblicazione del 2017, ha confrontato l'effetto del Elastic Tape con un tape placebo e stretching statico sui DOMS. Rispetto al placebo, i partecipanti al gruppo Elastic Tape evidenziavano un minor indolenzimento muscolare a 72 ore post esercizio ($p = 0,01$).



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Key Point: Quale trattamento per il DOMS?
Usare il concetto R.I.C.E. all'interno del piano di trattamento.
Evitare un'attività fisica vigorosa che possa incrementare il dolore.
Effettuare lavori aerobici a bassa intensità.
Effettuare sedute di massoterapia.
Utilizzare farmaci antinfiammatori non steroidei per ridurre temporaneamente l'indolenzimento muscolare.
Somministrare vitamina C o E anche se non ci sono unanimi riscontri in letteratura.
Compiere un'attività fisica vigorosa solo dopo la scomparsa dell'indolenzimento muscolare.
Non dimenticare di praticare stretching e warm-up.
Se il dolore persiste oltre i 7 giorni o aumenta nonostante queste misure, consultare lo staff medico.

Tavola 2 . Key point Trattamento del DOMS. (R. D'Onofrio – F. Delmorgine 2017)

Il tape elastico incrementava i livelli di forza isometrica a 72h post-esercizio rispetto al placebo ($p = 0,03$) e del gruppo di stretching ($p = 0,02$). Così è possibile affermare come l'Elastic Tape accelera il recupero baseline di forza muscolare riducendo il livello del dolore percepito.

Coerentemente con i risultati precedenti, McGrath⁶¹, indica che post-esercizi di stretching con metodo PNF non prevengono il DOMS.

L'evidenze di altri studi⁶² randomizzati, suggeriscono che, l'allungamento muscolare se condotto prima o solo dopo, prima e dopo l'esercizio eccentrico, non produce clinicamente importanti riduzioni di Delayed Onset Muscle Soreness negli adulti sani.

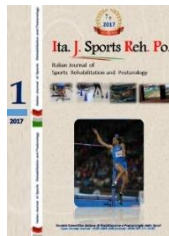
a) FANS Anti–infiammatori non steroidei e DOMS

Somministrazioni di anti-infiammatori non steroidei (FANS o NSAID) come l'ibuprofen, Diclofenac, Ketorolac, Naprossene e acido acetilsalicilico sono stati a lungo considerati come un trattamento terapeutico per decrementare i sintomi del DOMS.

Sayers¹⁸ ha dimostrato che una somministrazione orale di ketoprofene per 36 ore dopo esercizio eccentrico, provoca una attenuazione del dolore muscolare e accelera un migliore recupero della funzione muscolare.

In particolare si evidenzia che dosi di ketoprofene di 100mg e 25mg presi nel post-esercizio eccentrico conducono a:

- ✓ un incremento dell'attività mio-elettrica durante espressioni di forza sub-massimali;
- ✓ attenuazione del DOMS e ad un miglioramento della forza massima isometrica;
- ✓ nelle somministrazioni sia di 100mg che di 25mg si evidenzia una riduzione del 10% e 19% del dolore e un incremento del Maximal Isometric Force (MIF) del 16% e del 9%.



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Sempre sul ketoprofene,¹⁹ un lavoro ha valutato l'efficacia di "transdermal ketoprofen" crema utilizzata nel ridurre indolenzimento muscolare tardivo.

Il ketoprofene crema sembra essere efficace nel ridurre DOMS, particolarmente dopo le 48 ore. Nessuna differenza sui valori di forza furono registrate. Il messaggio che proviene dalla letteratura¹⁹ enuncia che: *"il meccanismo che attiva il DOMS non è l'infiammazione"*.

Infatti, la somministrazione di farmaci anti-infiammatori in questi casi risulta inefficace, anche se un vecchio studio²⁰ esalta per esempio, positivamente l'uso dell'aspirina.

Bourgeois J.²¹ sottopose un gruppo di atleti, ad una somministrazione di Naproxen: 500mg, 2 volte al giorno per 48h preso prima e dopo un training di resistenza a carico degli estensori del ginocchio composto da 6 serie x 10 ripetizioni concentriche ed eccentriche pari all'80-85% di 1RM.

L'esercizio in oggetto, diede luogo ad un incremento dell'attività di CK ad +24h e +48h (vs pre-esercizio: P <0.01). Si evidenziò, con il trattamento di NSAID (P <0.05), un ritorno al picco di forza degli estensori del ginocchio ai valori baseline da +48h post-esercizio.

La somministrazione di NSAID non alterò l'incremento del CK, né il deficit di forza muscolare a 24h post-esercizio, né la percezione del dolore muscolare dopo il training esercizio di resistenza. L'intensità, la durata e il tipo di esercizio sono fattori che influenzano l'instaurarsi del DOMS.²²

Un continuo training fisico che utilizzi un regime di contrazioni eccentriche, dà facoltà comunque al soggetto allenato di prevenire o limitare il dolore muscolare tardivo.

In relazione alle strategie di recupero, come accennato precedentemente, - gli autori - affermano nell'ambito della pianificazione del trattamento e del recupero atto ad accelerare il ripristino della massima funzionalità muscolare, l'uso di FANS non steroidei, ma che comunque hanno dimostrato di essere "dosaggio-dipendente". Questo può influenzare il risultato in relazione anche alla durata della somministrazione.

b) Curcumina e DOMS

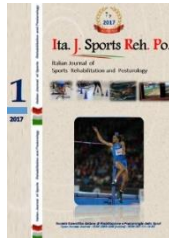
Abbiamo cercato di indagare, attraverso questa Review, anche gli effetti della curcumina sui danni da stress ossidativo e sull'infiammazione successiva a lesioni muscolari acute indotta da esercizio fisico continuo eccentrico.

Possiamo affermare come la letteratura scientifica internazionale sembra rappresentare buoni risultati su somministrazioni di Curcumin orale nella riduzione del dolore post esercizio eccentrico.

Nicol⁵⁵ ha effettuato uno studio su 17 uomini, in doppio cieco, randomizzato-controllato per stimare gli effetti della supplementazione orale di curcumina (2,5gr due volte al giorno) rispetto al placebo sulle prestazioni dopo esercizi eccentrici.

Le somministrazioni per i gruppi Curcumina e Placebo sono state effettuate 2 giorni prima e 3 giorni dopo esercizio di Single Leg Press Eccentrica. Le misurazioni sono state realizzate al basale, a 0, 24 e 48 ore dopo l'esercizio, comprendente:

- a. dolore arto (scala analogica visiva 1-10 cm, VAS);
- b. gonfiore muscolare;



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

- c. single leg jump height;
- d. i marcatori sierici di lesione muscolare e dell'infiammazione.

Nelle conclusioni dello studio si sottolinea come somministrazioni orali di Curcumina riducono il dolore associato con il DOMS.

796

Un studio recente di Farlin del 2016⁵⁶ ha determinato gli effetti della supplementazione orale di curcumina (Longvida® 400mg/giorno) a seguito di eccentric dual leg press exercises.

È stato rilevato come il consumo di curcumina riduce l'infiammazione post esercizio eccentrico, ma non il dolore muscolare. I miglioramenti osservati nell'infiammazione possono tradursi in recupero più veloce e migliorata capacità funzionale articolare durante le sessioni di training successivi. Uno studio⁵⁷ del 2013 ha dimostrato che somministrazione per via orale, di 10mg/kg di curcumina solo il 0,36mg/ml di essa è stata trovata nel siero del sangue.

È da evidenziare però, come la Curcuma (Curcuma Longa), ha una bassa biodisponibilità ovvero viene assorbita dal nostro organismo in bassa quantità per cui si ha una bassa efficacia curativa. La curcumina è il principio attivo della curcuma. Una preponderanza di studi clinici e animali rivelano che le concentrazioni di curcumina nel plasma sanguigno, urina e tessuti periferici, sono estremamente basse, indipendentemente dalle dimensioni dosaggio.

La maggior parte di curcumina ingerita oralmente viene metabolizzata prima di raggiungere il flusso sanguigno. Aumentando la dose non comporta un maggiore assorbimento.

Risulta scientificamente evidenziabile come con una concomitante somministrazione di piperina (20mg) produce una più alta concentrazione di quest'ultima in soggetti umani con un incremento della biodisponibilità della curcumina aumenta del 2000%⁵⁸.

Quando il periodo di recupero tra le competizioni è breve, una supplementazione di curcumina e piperina potrebbe essere una strategia di recupero efficace per attenuare il danno muscolare limitando una certa perdita della funzione muscolare⁵⁵.

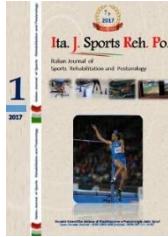
Evidenze sperimentali indicano che la curcumina può ridurre l'infiammazione e diminuire alcuni degli effetti negativi associati a eccentrica danno muscolare indotto da esercizio fisico, compreso il rilascio di citochine pro-infiammatorie e marcatori di lesioni muscolari come la creatina chinasi (CK).⁵⁹

c) Massaggio e DOMS

La richiesta di un massaggio sportivo, fra gli atleti, è sembrata aumentare durante gli anni. Molti atleti considerano questo trattamento come un atto manuale diretto a migliorare il recupero muscolare dopo training e/o competizioni.

Specificamente si crede che, il massaggio riduca il rischio di indolenzimento di muscolare ritardato, e possa concorrere a ridurre il decremento di forza muscolare dopo un esercizio intenso. Tutto questo non trova riscontri in letteratura soprattutto nei lavori internazionali dove ancor oggi, viene messa in discussione il ruolo del massaggio sportivo sulla performance. La letteratura sostiene che al di là dei benefici psicologici, quelli pratici sulla performance del massaggio, non sono stati compiutamente documentati.^{45,46,47}

Similmente, il massaggio ha mostrato risultati diversi sul dolore muscolare tardivo. Questi, possono essere attribuiti al tempo di applicazione del massaggio ed il tipo di tecnica usata.



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

797

L'associazione con Crioterapia, stretching, omeopatia, ultrasuoni e stimolazioni con correnti antalgiche non hanno dimostrato un effetto significativo sul decremento dell'indolenzimento muscolare tardivo in tempi brevi.

B. Tabachnik²³ afferma che praticamente il massaggio deve essere effettuato prima sui grandi gruppi muscolari e successivamente per i più piccoli.

Viene stabilito²³ che un massaggio rigenerativo post carico di lavoro, dipende dall'intensità dell'allenamento e dal peso dell'atleta.

Viene quindi stabilita una griglia applicativa, a cui fare riferimento:

- 1) un training leggero richiede 5/10min. di massaggio distrettuale;
- 2) un training medio esige 10/15min. di massaggio distrettuale;
- 3) un training sub-massimale richiede 15/20min. di massaggio distrettuale;
- 4) un training massimale richiede almeno 20/25min. di massaggio distrettuale;

mentre per:

- 5) atleti che pesano intorno ai 60 kg saranno sufficienti intorno ai 40 minuti;
- 6) atleti che pesano intorno ai 67,5 kg saranno sufficienti intorno ai 50 minuti;
- 7) atleti che pesano intorno ai 90 kg saranno sufficienti intorno ai 60 minuti;
- 8) per atleti di peso elevato più di 60 minuti;

Anche Hilbert,²⁴ stimò l'effetto del massaggio sul DOMS. I soggetti che furono inseriti nello studio vennero assegnati casualmente ad un gruppo massoterapico ed a uno di controllo. Il dolore muscolare venne provocato attraverso:

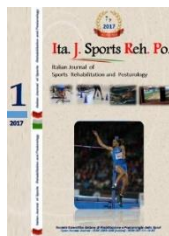
- 6 serie di 8 contrazioni eccentriche dei flessori del ginocchio destro, seguito 2h più tardi da 20 min. di massaggio.

Il picco di forza, come il range articolare e l'intensità del dolore, furono valutati a distanza di 2, 6, 24, e 48 h post-esercizio.

I risultati indicarono che l'intensità del dolore, comunque era significativamente minore nel gruppo del massaggio rispetto al gruppo di controllo a 48 h post - esercizio ($p < 0.05$).

Non si rilevarono nel trattamento differenze significative nel picco di forza e nel ROM (tavola 3) ($p > 0.05$).

Le analisi finali mostrarono un calo significativo in termini di forza post-esercizio, mentre il ROM (Range of Motion) diminuì significativamente in entrambi i gruppi a 24 e 48h post-esercizio. Il Massaggio effettuato 2h dopo non migliora la funzione muscolare dei flessori del ginocchio, ma ridusse l'intensità del dolore muscolare a 48h post-esercizio.



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Variable/group	Baseline	0 h	2 h	6 h	24 h	48 h
Peak torque						
Massaggio	144.7 (49.2)	120.3 (38.2)*	110.5 (35.6)*	115.5 (36.7)*	110.2 (36.7)*	115.8 (38.2)*
Controllo	154.4 (42.4)	134.3 (43.1)*	123.6 (41.2)*	128.7 (44.8)*	119.2 (46.3)*	120.9 (44.8)*
ROM						
Massaggio	88.9 (17.8)	N/A	N/A	84.8 (12.8)	79.3 (10.7)*	79.7 (14.0)*
Controllo	82.4 (8.6)	N/A	N/A	78.3 (10.3)	75.1 (8.5)*	69.0 (10.6)*

*Indicates a significant difference from baseline (p<0.00).
N/A – Indicates that ROM was not measured during this time period.

Tavola 3. Media (SD) per i cambiamenti nel picco di forza eccentrica (N•m) e del range of motion (gradi) (da Hilbert JE 24)

Sven Jönhagen⁵⁰ in una recentissima pubblicazione del 2004, come altri lavori presenti in letteratura, ha evidenziato che il massaggio sportivo non migliora il livello e la durata del dolore o la perdita di forza e la funzione dell'esercizio successivo.

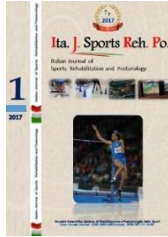
Questa considerazione nasce da uno studio su 16 soggetti (8 uomini e 8 donne) che eseguirono bilateralmente 300 massime contrazioni eccentriche del muscolo quadricipite. Il massaggio fu eseguito solo su un arto, 10 minuti dopo l'esercizio eccentrico, mentre l'altra gamba fu utilizzata come controllo. Gli atleti furono trattati con massaggio prima e dopo l'esercizio eccentrico, per 3 giorni consecutivi.

La forza massima fu esaminata attraverso un dinamometro isocinetico in un range articolare del ginocchio che va da 10° a 90° di flessione ed a velocità angolare di 180°/sec.

La valutazione funzionale fu realizzata attraverso il One Leg Long Jump Test, mentre il dolore muscolare fu valutato attraverso la Scala Analogica Visiva (VAS).

Nell'esaminare i risultati finali non c'erano differenze significative nella massima forza tra la gamba trattata e l'arto di controllo, prima dell'esercizio, direttamente dopo l'esercizio e 2 giorni dopo esercizio (P <.05). Comunque i livelli di forza del quadricipite risultava ridotta significativamente in entrambi i gruppi sia dopo l'esercizio eccentrico (P <.001) che il terzo giorno (P <.01). Nel One Leg Long Jump Test i modelli di risultato erano simili a quello del test di forza isocinetico. (grafico 3).

I risultati furono ridotti significativamente in entrambi i gruppi dopo esercizio eccentrico (P<.001) si normalizzarono il terzo giorno. Il dolore che fu valutato da un VAS da 0 a 10 non



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

evidenziò differenze significative. Questo studio dimostra che massaggio sportivo non sembra dare particolari effetti, locali, nel ridurre il DOMS e il decremento di forza muscolare.

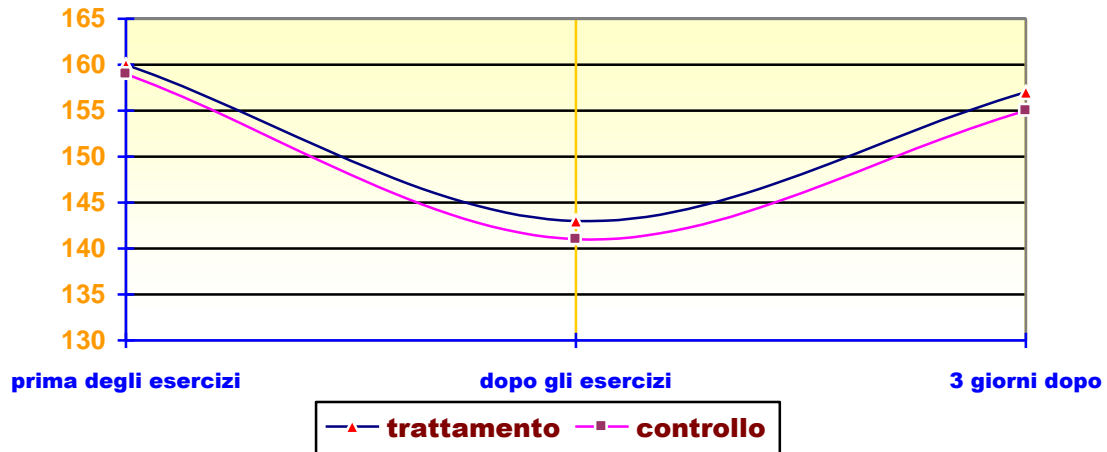


Grafico 3. One leg jump test – Prima direttamente e 3 giorni dopo 300 ripetizioni massimali eccentriche. Il massaggio sportivo fu eseguito una volta al giorno su 1 arto; l'altro arto fu di controllo. Nessuna differenza tra i gruppi fu trovata ($P < .05$, $N = 16$). I risultati furono ridotti significativamente direttamente dopo esercizio ($* * * P < .001$), ed a giorno 3 momento il quale i risultati ritornavano ai livelli di pre-esercizio. ns, non significativo. (da Sven Jöhngen⁵⁰)

Per cui, molti fisiologi dello sport si interrogano sul perché molti atleti usufruiscono di sedute di massaggio prima o dopo la gara/allenamento quando non c'è apparente un miglioramento della performance per le indicazioni sopra descritte in questo studio.

Il massaggio sportivo, quindi non modifica affatto il decremento di forza conseguenziale relativo agli esercizi eccentrici né tantomeno allevia il DOMS.

Queste conclusioni sono confermate da un altro studio⁵¹ che ha esaminato l'effetto del massaggio sulla forza muscolare e sulla circolazione artero/venosa dopo esercizio eccentrico.

Il quadricipite, fu trattato quotidianamente, una volta al dì, per 4 giorni con sedute massoterapiche. La gamba controlaterale, anche in questo caso rappresentava il campione di controllo.

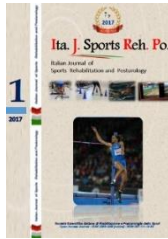
Gli autori⁵¹ non trovarono nessuna differenza significativa a 96 ore post-esercizio sul recupero della forza massima, che tra l'altro immediatamente dopo gli esercizi, risultava essere inferiore del 60-70%.

I ricercatori verificarono che tecniche diversificate di massaggio non elevano la media della velocità di flusso sanguigno artero/venoso.

Una curiosità, per Goodwin⁵² gli effetti del massaggio pre-gara/allenamento hanno una correlazione negativa sulla forza esplosiva.

Lo studio effettuato su 10 sprinter americani era così articolato:

- ✓ gruppo massaggio (10' totale) + stretching [quadricipite, ischio crurali, gastrosoleo (4x10'')];



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

800

- ✓ gruppo corsa (5 min. al 60/70% della FC Max teorica/ 220-età/) + [quadricipite, ischio crurali, gastrosoleo (4x10'')];
- ✓ gruppo controllo: riposo 5 minuti + [quadricipite, ischio crurali, gastrosoleo (4x10'')];
- ✓ alla fine i tre gruppi effettuarono un vertical jump test.

La scarsa prestazione di salto che segue le sedute di massaggio + stretching, sarebbe da attribuirsi ad una diminuzione della stiffness e delle capacità di attivazione neuromuscolare. La media e il picco di salto risultano inferiore nella condizione di massaggio + stretching rispetto alle altre due condizioni di studio (grafico 2).

Anche un lavoro effettuato da Robertson esamina gli effetti di massaggio sul recupero post training⁴⁹. Vennero eseguite 6 serie di esercizi ad alta intensità della durata di 30 secondi, inframmezzati con altri 30 secondi di recupero attivo. Furono confrontati cinque minuti di pausa attiva e 20 minuti di massaggio all'arto inferiore.

Gli atleti eseguirono un secondo warm-up prima del Wingate Test, (test è utilizzato per determinare la massima potenza anaerobica che si effettua al cicloergometro).

Non c'erano differenze significative nella media della potenza durante le serie iniziali degli esercizi eseguiti ($p=0.92$). Nessun effetto principale del massaggio fu osservato sulla concentrazione di lattato nel sangue tra le prove ($p=0.82$) (grafico 3). Non c'era differenza nella potenza massima ($p=0.75$) o la potenza media ($p=0.66$) nel susseguente Test di Wingate.

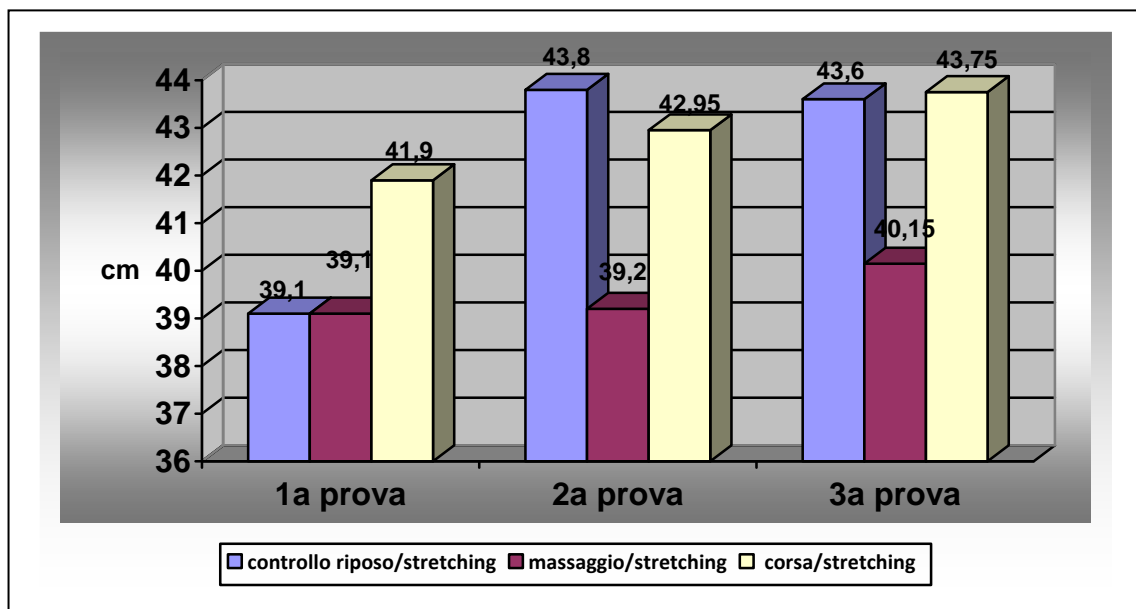
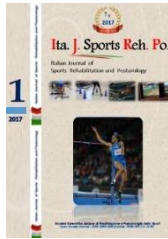


Grafico 2. Influenza del massaggio pre warm-up sulla forza esplosiva. Salto verticale / vertical jump espresso in cm per i tre gruppi di studio il massaggio può dare luogo ad una performance ridotta in sport dove vengono richieste gestualità tecnico atletiche esplosivi. (Goodwin J.E. ⁵¹).



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

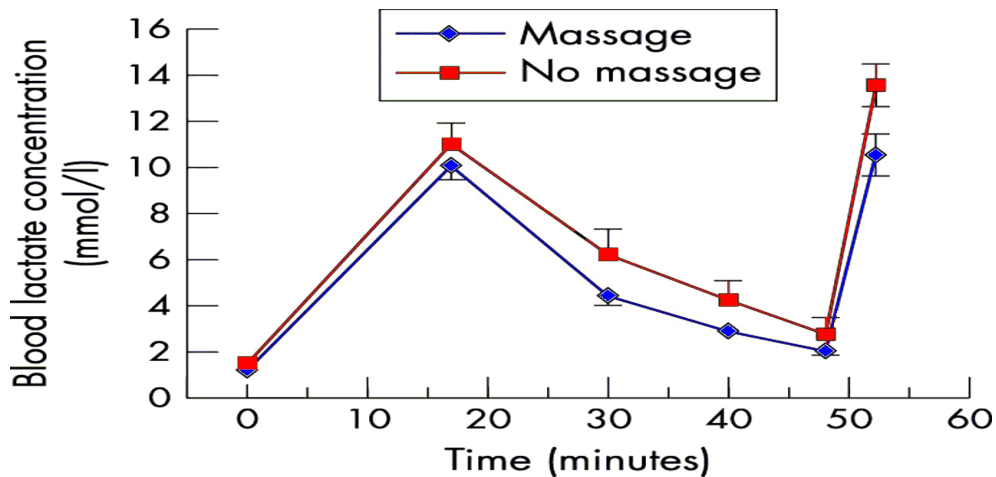


Grafico 3. La media della concentrazione del lattato a riposo e dopo le serie di esercizi ad alta intensità. Non si evidenziavano significative differenze tra le prove e la durata del tempo. ($p = 0.8è$) [da Sven Jönhagen⁴⁹]

d) Cold Water Immersion e DOMS

Il Cold-Water Immersion (CWI) è sempre più utilizzato da atleti di alto livello che cercano di ridurre al minimo l'affaticamento muscolare e accelerare il recupero post-esercizio⁶⁵.

Tuttavia, la durata ottimale del CWI può dipendere dalla temperatura dell'acqua, (Tavola 4) dalla durata e il tempo che intercorre tra CWI e il successivo esercizio

Fonseca⁶³ ha studiato gli effetti del CWI sul recupero di potenza muscolare degli arti superiori e inferiori, indolenzimento muscolare percepito e fatica dopo l'allenamento di jiu-jitsu.

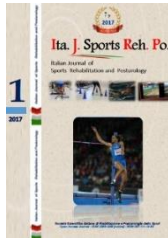
Un totale di 8 atleti altamente addestrati maschi (età=24.0 ± 3.6 anni) hanno completato tutte le fasi di studio. Gli atleti sono stati inseriti casualmente, sia nel gruppo studio [CWI (6,0°C ± 0,5°C) per 19 minuti], sia nella condizione di controllo (recupero passivo). I trattamenti sono stati invertiti nella seconda sessione (dopo 1 settimana).

Sono stati misurati:

- 1) i livelli sierici di creatina fosfochinasi (CPK); b) lattato deidrogenasi (LDH); c) aspartato transaminasi (SGOT – Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase); d) alanina-amino-transferasi, più semplicemente nota come ALT o SGPT (transaminasi sierica glutamico piruvica);
- 2) Il dolore muscolare percepito tramite Scala Analogica Visiva (VAS) e potenza muscolare degli arti superiori e inferiori a pre - training, post - recovery, a 24 ore e 48 ore.

È stato osservato come l'utilizzo di CWI può essere utile per gli atleti jiu-jitsu, perché riduce i livelli di lattato deidrogenasi (LDH). Questo si traduce in un decremento del dolore muscolare percepito, ed un recupero dei livelli di forza muscolare a 24 ore post recovery.⁶³

Machado⁶⁴ in una sistematica Review ha evidenziato la presenza di una relazione dose-risposta, indicando che CWI con una temperatura dell'acqua compresa tra 11 e 15°C e un



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

tempo di immersione di 11-15min. è in grado di fornire i migliori risultati. Per decrementare il dolore muscolare tardivo Altri Autori propongono di beneficiare di immediata immersione, post training in acqua fredda (15min. a 10°C).⁶⁶

Mawhinney⁷⁴ in un articolo del 2017, confrontò gli effetti dei protocolli di CWI e WBC post esercizio eccentrico. I partecipanti sono stati quindi indirizzati a CWI (8°C) per 10 minuti, o WBC (-110°C) per 2 minuti, in un disegno a croce randomizzato.

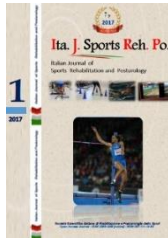
Sono stati misurati i tempi di raffreddamento prima e dopo 40 minuti, le temperature muscolari profonde e superficiali, il flusso sanguigno cutaneo della coscia e del polpaccio (laser Doppler flowmetry), il flusso sanguigno dell'arteria femorale superficiale (duplex ultrasound) e la pressione arteriosa

Di interessante è stato evidenziato come la diminuzione della conducibilità delle arterie femorali è stata maggiore dopo CWI (CWI, -84 ± 11%, WBC, -59 ± 21%, P <0,02) e coscia (CWI, -80 ± 5%, WBC, -59 ± 14%, P <0,001) e polpaccio (CWI, -73 ± 13%, WBC, -45 ± 17%, P <0,001) la vasocostrizione cutanea è risultata maggiore dopo CWI.

Una grande riduzione del flusso sanguigno e della temperatura del tessuto cutaneo sono stati osservati, da Mawhinney⁷⁴ dopo CWI rispetto a WBC. Questi nuovi risultati hanno, secondo l'autore, implicazioni pratiche e cliniche per l'uso del "freddo" nel recupero da esercizio fisico e lesioni.

Autore	Anno	Tempo/Immersione Continua	Temperatura Gradi CWI /C
Mawhinney C	2017	10 min.	8° C
Sanchez Urena B	2017	12 min.	12 ± 0.4°C
Lindsay A	2017	15 min.	10 ° C
Vanderlei FM	2017	15 min.	14° C
Fonseca	2016	19 min.	6.0± 0.5°C
Hayter JK	2016	15°	14° C
Christensen PM	2016	15 min.	15°
Abaidia AE	2016	10 min.	10°C
Hayter KJ	2016	15 min.	14 ° C
Machado F.	2016	11 – 15 min.	11°± 0.5°C
Almeida AC	2016	15 min.	14° C

Tavola 4. Modalità di somministrazione, (tempo e gradi ° del Continue Cold-Water Immersion CWI sul DOMS – in lavori presenti nella letteratura negli ultimi 2 anni - (R. D'Onofrio, F. Delmorgine 2017)



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

E) Crioterapia Sistemica "total body"

803

La crioterapia sistemica Whole-Body Cryotherapy (WBC) è conosciuta anche come AeroCrioTerapia (ACT) e Cryosauna. Queste utilizzano azoto liquido vaporizzato con temperature che oscillano da -120°C a -170°C . La terapia, consiste nell'immersione all'aria molto fredda che viene mantenuta a -110°C a 140°C in appositi cryochambers a temperatura controllata, con sedute generalmente della durata di 2 minuti.

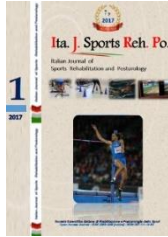
La Whole-Body Cryotherapy (WBC) è usata per decrementare il dolore e sintomi infiammatori causati da numerosi disturbi, in particolare quelli associati con condizioni reumatiche, ed è consigliato per il trattamento di artrite, fibromialgia e spondilite anchilosante. In medicina dello sport, la WBC ha guadagnato una maggiore attenzione ed utilizzo come una strategia atta ad accelerare il recupero che segue l'allenamento o la partita. Ancora, la WBC si presta ad essere utilizzata come strategia di trattamento in seguito a lesione muscolare originata da un trauma sportivo. Ad oggi non vi sono evidenze tale da poter affermare con omogeneità scientifica la loro efficacia.



Foto 1 - La Whole-Body Cryotherapy (WBC)

Sedute di Partial-Body Cryotherapy (PBC), in cui la testa non è esposta al freddo, è stato anche utilizzata con le stesse modalità della WBC (foto 1) con una breve esposizione (2-3min.) ad aria molto bassa (-100 a -195°C) in una camera (cryocabin) a temperatura controllata⁶⁷.

Secondo Hauswirth⁶⁸ la WBC induce un maggior decremento della temperatura cutanea rispetto alla Partial-Body Cryotherapy (PBC).



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Per quanto a nostra conoscenza, alcuni studi^{69,70,71} hanno valutato gli effetti della WBC sul recupero post training con risultati positivi.

Hauswirth⁶⁹ ha sostenuto che tre sessioni di WBC (3min. a -110°C) dopo Exercise Induced Muscle Damage (EIMD) a runner ben addestrati hanno migliorato la forza muscolare, la sensazione percepita, e decrementato il livello del dolore muscolare.

Fonda⁷¹ cinque esposizioni WBC (3min. a -140 a -190°C) possono accelerare il recupero del picco di forza, la percentuale di picco ed il dolore muscolare.

Pournot⁷⁰ ha evidenziato che tre sedute di WBC (3min. a -110°C) era estremamente efficace nel ridurre il dolore muscolare tardivo.

Dati preliminari ottenuti da Ferreira-Junior⁷² hanno mostrato come una singola sessione di WBC effettuata immediatamente post-esercizio, decrementi il dolore con un rapido recupero della forza muscolare nell'arco di 72h. Al contrario, il gruppo di controllo non ha recuperato dal gonfiore muscolare e dolore ai follow up a 24 e 96 ore rispettivamente.

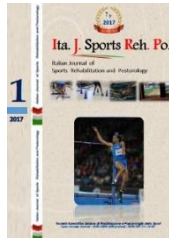
In apparente contrasto con i nostri risultati⁶⁹ Costello⁷³ ha riferito che una sessione di WBC (20 s a -60°C e 3min. a -110°C) applicato 24 ore dopo EIMD in soggetti sani non velocizza il recupero della forza muscolare né decrementa il DOMS.

Quindi possiamo affermare come la Whole Body Crioterapia (WBC) è un'applicazione ipotermica progettata per ridurre il dolore muscolo scheletrico, l'infiammazione ed accelerare il recupero post training. Questo induce cambiamenti adattativi correlativi con effetti di analgesia, riduzione dell'infiammazione, e aumenti nei marcatori sierici di riparazione tissutale⁷⁵.

Per concludere riportiamo a titolo esemplificativo una Review di Hume P³⁹ nella quale vennero sfogliate 163 pubblicazione con una ricerca retrospettiva che arriva fino al 1948.

Riassumendo la scansione evidenzia che:

- l'esercizio, post-DOMS sembra essere efficace per alleviare il dolore muscolare tardivo; ma comunque, l'effetto di analgesico degli stessi risulta provvisorio;
- farmaci antinfiammatori non-steroidi (FANS) hanno dimostrato che gli effetti sono legati ai dosaggi e quindi sono dosaggi-dipendenti che possono essere influenzati, dalla durata della somministrazione;
- il massaggio ha mostrato risultati diversi, non omogenei e attribuiti al tempo di somministrazione e dalla tecnica dello stesso;
- ultrasuoni Tens, cryoterapia l'ozono terapia, lo stretching, l'agopuntura e l'Omeopatia, hanno dimostrato limitati o nessun effetto sull'alleviamento dei sintomi ricollegabili al DOMS;
- Cold-water immersion (CWI) and Whole Body Cryotherapy (WBC) sono strumenti ampiamente utilizzati nel mondo dello sport nel tentativo di limitare il dolore muscolare tardivo indotto dall'esercizio fisico, l'affaticamento muscolare post training, deficit funzionali dopo un esercizio fisico intenso ma anche per accelerare i tempi di recupero post muscle injury.



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

Dobbiamo ricordare che la prevenzione dei DOMS (tavola 3) è una delle considerazioni più importanti per un atleta perché il *Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)*, colpisce drammaticamente ogni aspetto del training, tra cui l'intensità di lavoro, la forza muscolare, il Range of Motion, la performance, la composizione corporea e il recupero post training elevando così i fattori di rischio di lesioni in particolar modo di natura muscolare.

Come Prevenire il DOMS?
Warm-up completo prima di ogni attività
Effettuare prima della performance "un'allungamento dolce"
Cool down completo dopo ogni allenamento
Cominciare con un'attività moderata e costruire ed incrementare col tempo l'intensità
Evitare cambi notevoli ed improvvisi nella tipologia di esercizio
Evitare cambi notevoli ed improvvisi della durata e dell'intensità degli esercizi

Tavola 5. Key point relativi alla Prevenzione del DOMS (R. D'Onofrio, F. Delmorgine 2017)

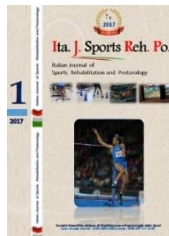
Conclusioni

Possiamo affermare come il trattamento del DOMS post esercizi eccentrici è quanto mai variegato e diversificato. Le evidenze riportate sono riscontrabili, nella letteratura scientifica attuale, al decremento del dolore e del "gonfiore".

Gli Atleti dovrebbero essere incoraggiati a ridurre l'intensità e la durata di esercizio per uno a due giorni successivi ad esercizio eccentrico in quanto questi provoca, come abbiamo visto, un dolore muscolare tardivo : DOMS.

La normalizzazione in termini di tempo dei deficit biomeccanici, forza, flessibilità range articolare, ricollegabili al DOMS rimane comunque incerta. Questo comporta un'importante implicazione nel rapporto fisiologico, tra i gruppi muscolari agonisti/antagonisti la cui alterazione va ad elevare i fattori di rischio di lesioni muscolari.

Recentemente è stato evidenziato che un massaggio sportivo, della durata complessiva di 30 minuti eseguito a fine allenamento, seguito da 12' di corsa aerobica a bassa intensità provoca un importante decremento dei valori di lattato nel sangue e una minore sensazione di dolore muscolare. Supplementazione di Curcumina e piperina posso contribuire, come evidenziato dalla recente letteratura a decrementare il dolore e l'infiammazione post training eccentrici. Numerosi articoli hanno riferito che CWI può migliorare il recupero di prestazioni in una varietà di sport, con l'immersione in acqua di 10-15°C per 5-15 minuti sembra essere più efficace per decrementare il DOMS e accelerare il recupero post training.



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

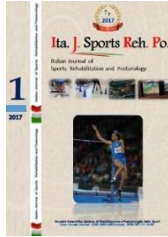
806



First Authors: Rosario D'Onofrio *B.Sc . ,M.Sc*
Certificated in Athletic Trainers in Rehabilitation (CATR)
Rehab Conditioning Specialist (CECS) .

Master's Degree in Posturology

Correspondence for author.: r.donofrio@alice.it



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

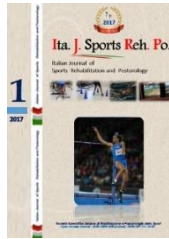
Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

References

807

1. Newham, D.J. The consequences of eccentric contractions and their relationship to delayed onset muscle pain Eur J Appl Physiol Occup Physiol 57, 353-359,
2. Komi P.V. Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production Scand, J. Sports Sci 1:2, 1979
3. Ehweneka C.S., Konyecsni W.M. Biomechanical Changes induced by early weight bearing in healing rabbit Achilles tendon. Phys Ther. 68: 843, 1988
4. Bosco C., Mogmoni P. Enzyme activity and pain in human skeletal muscle following drop jump exercises. Coaching and sport science journal 2:2;14-18-1995
5. Miles D.S., Clarkson P.M. Dolore muscolare ed esercizio fisico. SDS 32, 9-18-1995.
6. Jones D Newham D Experimental human muscle damage, morphological changes in relation to other indices of damage J. Physiol 1986 ,375, 435 – 48
7. Newham, D.J. The consequences of eccentric contractions and their relationship to delayed onset muscle pain Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1988. 57, 353-359
8. Herrero J. A, Parrado, F. Cerbero Central and peripheral actions of the NSAID ketoprofen on spinal cord nociceptive reflexes. Neuropharmacology 36;1425 – 1431, 1997
9. Tringali V.M. Policastro C.D., Giandonato J. The role of Amino Acid Supplementation Following Musculoskeletal Injury – Ita J Sports reh Po 2015; 2;1;114 – 121; ISSN 2385 (Online) - IBSN 007 - 111 -19 - 5
10. Herbert R, Gabriel M Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review Br. Medical Journal 31 (325 – 7362: 468. 2002
11. Clarkson PM, Sayers SP Etiology of exercise – induced muscle damage. J. Appl Physiol 1999; 24: 234 – 248)
12. Meamarbashi A, Rajabi A Preventive effects of 10-day supplementation with saffron and indomethacin on the delayed-onset muscle soreness. Clin J Sport Med. 2015 Mar; 25(2):105-12.
13. Newham DJ, Mills KR Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. Clin. Sci. 1983; 64:55 – 62
14. Davies CTM White MJ Muscle weakness following eccentric work in man Pflugers Arch 1981;392: 168 – 171



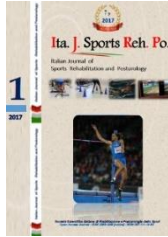
R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

15. Connolly DA, Sayers SP. Treatment and prevention of Delayed onset muscle soreness. *J. Strength cond. Res.* 2003 feb. 17, 197 – 208.
16. Mikesky, Alan E. Hayden, Effect of Static Magnetic Therapy on Recovery from Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) *Medicine & Science in Sports & Exercise: Volume 36(5) Supplement May 2004* p S16
17. Clarkson, P.M K. Nosaka, Muscle function after exercise – induced muscle damage and rapid adaptation. *Med.Sci Sport Exerc.* 24 :512 – 520,1992
18. Sayers S, C. Knight, Priscilla M. Clarkson effect of ketoprofene on muscle function and EMG activity after eccentric exercise. *Med sci in sports & exerc.*33,5,2001,702 – 710
19. Cannavino CR, Abrams J, Palinkas LA, Saglimbeni A, Bracker MD. Efficacy of transdermal ketoprofen for delayed onset muscle soreness. *Clin J Sport Med.* 2003 Jul;13(4):200-8.
20. Francis K.T., Hoobler T Effects of aspirin on delayed muscle soreness *J. Sports M ED* 1987,27, 333-7
21. Bourgeois J. Mac Dougall D. Naproxen does not alter indices of muscle damage in resistance-exercise trained men. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 31(1):4-9, January 1999.
22. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33 (2):145-64).
23. B. Tabachnik & R. Brunner Training Coop. Dante Editrice pag.190)
24. Hilbert JE, Sforzo GA, Swensen T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *Br J Sports Med.* 2003 Feb;37(1):72-5.)
25. Nelson MR, Conlee RK, Parcell AC. Inadequate carbohydrate intake following prolonged exercise does not increase muscle soreness after 15 minutes of downhill running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004 Apr;14 (2):171-84.)
26. MJ Cleak and RG Eston Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise *British Journal of Sports Medicine*, Vol 26, Issue 4 267-272, 1992
27. Gleeson N, Eston R, Marginson V, McHugh M. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br J Sports Med.* 2003 Apr;37(2):119-25
28. Dannecker EA, Koltyn KF, Riley JL 3rd, Robinson ME Sex differences in delayed onset muscle soreness., *J Sports Med Phys Fitness.* 2003 Mar;43(1):78-84.)
29. M A. Cleary, I F. Kimura, Temporal Pattern of the Repeated Bout Effect of Eccentric Exercise on Delayed-Onset Muscle Soreness *J Athl Train.* 2002 March; 37 (1): 32–36)
30. Byrnes, W.C., Clarkson, P.M., White, J.S. Delayed onset muscle soreness following repeated bouts of downhill running *J Appl Physiol* 59, 710-715)



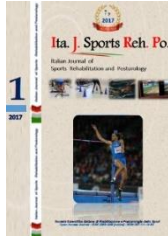
R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

31. Clarkson, P.M. & Tremblay, I. (1988). Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans *J Appl Physiol* 65, 1-6
32. Timm, K. (1990). The mechanical and physiological reliability of the eccentric mode of the Biodex isokinetic dynamometer *Med Sci Sports Exerc* 22, S65
33. (Wyss, M, Felber S, Skladal D, Koller A, Kremser C, and Sperl W. The therapeutic potential of oral creatine supplementation in muscle disease. *Med Hypotheses* 51: 333-336, 1998)
34. Armsey, TD, and Green GA. Nutrition supplements: science vs. hype. *Physician Sportsmed* 25: 76-92, 1997.
35. John MS, and Tarnopolsky M. Potential side effects of oral creatine supplementation: a critical review. *Clin J Sport Med* 8: 298-304, 1998)
36. Dal Monte A., Faina M. Valutazione dell'atleta. Ed. UTET – 4, 1999
37. Kreider RB. Creatine supplement: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns. *J Exerc Physiol [Online]* 1(1), 12 p., 1998).
38. Kreider, R, Melton C, Hunt J, Rasmussen C, Ransom J, Stroud T, Cantler E, and Milnor P. Creatine does not increase incidence of cramping or injury during pre-season college football training. *Med Sci Sports Exerc* 31: S355, 1999.
39. Hume P. Cheung K DOMS: An overview of treatment strategies. *International SportMed Journal*. Vol.5 No.2 2004. pp. 98-118.
40. Millar, A L. Sims, J L.¹Wright, H J. The effects of aerobic exercise on Doms Measures *Medicine & Science in Sports & Exercise: Volume 35(5) Supplement 1 May 2003 p S318*
41. Nosaka, K., Clarkson, P.M., McGuiggin, M.E., & Byrne, J.M. (1991). The time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 63, 70-76
42. Saxton JM, Clarkson PM, James R, et al. Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Med Sci Sports Ex-erc* 1995; 27 (8): 1185-93
43. Evans DT, Smith LL, Chenier TC, et al. Changes in peak torque limb volume and delayed onset muscle soreness following repetitive eccentric contractions. *Int J Sports Med* 1990; 11: 403
44. Yoshikazu Tanami, Hsiao I wane, Yukari Kawai Vitamin E Supplementation and Endurance Exercise Are There Benefits? *Sports Med* 2000 Feb; 29 (2): 73-83
45. Tides PM. Manual massage and recovery of muscle function following exercise: a literature review. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25:107–12.
46. Ahmaidi S, Granier P, Taoutaou Z, Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28:450–6.



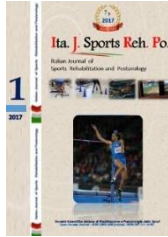
R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

47. Monedero J, Donne B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. *Int J Sports Med* 2000; 21:593–7.
48. A Robertson, J M Watt and S D R Galloway Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise *Br J Sports Med* 2004;38:173-176
49. Sven Jönhagen, Paul Ackermann, Sports Massage After Eccentric Exercise *The American Journal of Sports Medicine* 32:1499-1503 (2004)
50. Tiidus PM, Shoemaker JK. Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery *Int J Sports Med.* 1995;16:478–483
51. Goodwin J.E. A comparison of massage and sub – maximal exercise as warm – up protocols combined With a stretch for vertical jump performance *J. of Sport Sciences* 20(1) 48 – 49 - 2002
52. Fleckenstein J No Effect of Acupuncture in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Randomized Controlled Trial. *Clin J Sports Med* 2016 Nov 26(6):471-477.
53. Bryer SC, Goldfard AH Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. *Int. J. Sport Nutr Exer Metab* 2006 Jun;16(3):270-80.
54. Nicol LM Curcumin supplementation likely attenuates delayed onset muscle soreness (DOMS). *Eur J Appl Physiol* 2015 Aug;115 (8):1769-77. doi: 10.1007/s00421-015-3152-6.
55. Mc Farlin BK Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin. *BBA Clin* 2016 Feb 18; 5:72-8.
56. Dulbecco P. Therapeutic potential of curcumin in digestive diseases *World J Gastroenterol* 2013 Dec 28; 19(48): 9256–9270.
57. Shoba G. Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Med*1998 May;64(4):353-6.
58. Davis JM, Murphy EA, Carmichael MD, Zielinski MR, Groschwitz CM, Brown AS, Gangemi JD, Ghaffar A, Mayer EP. Curcumin effects on inflammation and performance recovery following eccentric exercise-induced muscle damage. *American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology.*2007;292: R2168–R2173.
59. Ozmen T. The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise. *J Bodyw Mov Ther* 2017 Jan;21(1):41-47.
60. Boobphachart D. Effects of elastic taping, non-elastic taping and static stretching on recovery after intensive eccentric exercise. *Res sports Med* 2017 Apr-Jun;25(2):181-190



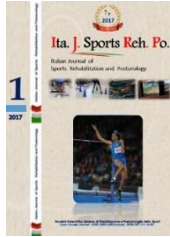
R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

61. McGrath RP The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Post-Exercise Delayed Onset Muscle Soreness in Young Adults. *Int J Exerc Sci* 2014 Jan 1;7(1):14-21.
62. Herbert RD Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. 2011 Jul 6;(7):CD004577 *Cochrane Database Syst Rev*.
63. Fonseca LB Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. *J Athl Train* 2016 Jul;51(7):540-9
64. Machado MF Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med* 2016 Apr;46(4):503-14
65. Versey NG Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. 2013 Nov;43(11):1101-30.
66. Lindsay A. The physiological response to cold-water immersion following a mixed martial arts training session. *Appl Physiol Nutr Metab* 2017 Jan 17:1-8.
67. Fonda B., Sarabon N. (2013). Effects of whole-body cryotherapy on recovery after hamstring damaging exercise: a crossover study. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 23, E270–E278
10.1111/sms.12074
68. Hausswirth C. et al. (2013). Parasympathetic activity and blood catecholamine responses following a single partial-body cryostimulation and a whole-body cryostimulation. *PLoS ONE* 8: e72658 10.1371/journal.pone.0072658
69. Hausswirth C., Louis J., Bieuzen F., Pournot H., Fournier J., Filliard J. R., et al. (2011). Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLoS ONE* 6: e27749
10.1371/journal.pone.0027749 [
70. Pournot H., Bieuzen F., Louis J., Fillard J. R., Barbiche E., Hausswirth C. (2011). Time-course of changes in inflammatory response after whole-body cryotherapy multi exposures following severe exercise. *PLoS ONE* 6: e22748 10.1371/journal.pone.0022748
71. Fonda B., Sarabon N. (2013). Effects of whole-body cryotherapy on recovery after hamstring damaging exercise: a crossover study. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 23, E270–E278
10.1111/sms.12074
72. . J B Ferreira - Junior Could whole-body cryotherapy (below –100°C) improve muscle recovery from muscle damage? *Front Physiol* 2014; 5: 247
73. Costello J. T., Algar L. A., Donnelly A. E. (2012a). Effects of whole-body cryotherapy (-110 degree C) on proprioception and indices of muscle damage. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 22, 190–198



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febbrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

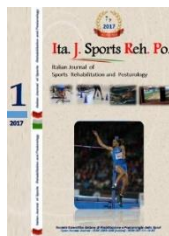
74. Mawhinney C. Cold-Water Mediates Greater Reductions in Limb Blood Flow than Whole Body Cryotherapy. Med Sci Sports Exerc. 2017 Jan 30

812

75. J B Ferreira - Junior Could whole-body cryotherapy (below -100°C) improve muscle recovery from muscle damage? Front Physiol 2014; 5: 247



Italian Journal of Sports Rehabilitation and Posturology



R. D'Onofrio, V. Manzi, F. Delmorgine, G. Papa, P. Tamburrino, A. Bovenzi, A. Pintus, L. Febrari

Dolore muscolare tardivo post esercizio eccentrico. Una analisi della Letteratura per un corretto approccio terapeutico

Ita J Sports Reh Po 2017 ,4 ,1; 788 - 813

ISSN 2385-1988 (online) - IBSN 007-111-19-55

813





Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

