

Massimiliano Gollin, PhD

Dipartimento di scienze cliniche e biologiche, Centro ricerche scienze motorie,
Scuola Universitaria Interfacoltà in Scienze motorie, Università di Torino;

Luca Beratto, Federico Abate Daga

Centro ricerche scienze motorie, Scuola Universitaria Interfacoltà in Scienze motorie, Università di Torino

Stretching statico intermittente

Effetti ritardati dell'attività di elongazione muscolo-tendinea di breve durata



Allo scopo di identificare la durata degli effetti, in termini di allungamento muscolare, provocati dallo Stretching Statico Intermittente (ISS) sulla muscolatura del dorso e della loggia posteriore della coscia sono stati reclutati 18 soggetti di età compresa tra i 20 e i 30 anni praticanti attività non agonistica di allenamento con i sovraccarichi da almeno 3 anni. Il gruppo è stato suddiviso in sperimentale (GS) e di controllo (GC) di 9 soggetti ciascuno. Il GS (8 uomini ed una donna) era caratterizzato da un'età di 24 ± 2 anni, un peso di 70 ± 9 kg, ed una statura di 174 ± 9 cm. Il GC (8 uomini ed una donna) era caratterizzato da un'età di 23 ± 2 anni, peso di 68 ± 11 kg, statura di 171 ± 11 cm. I soggetti sono stati esaminati utilizzando il *sit and reach test*. Il GS, dopo aver effettuato l'esercizio, ha eseguito misurazioni post-test ad intervalli di 3, 6, 9, 12, 15, 30, 45, 60, 90, 120 minuti, 4, 24, 48, 78 ore e 7 giorni dopo l'ultima ripetizione dell'esercizio. Invece, il GC ha svolto soltanto

le misurazioni agli stessi intervalli previsti per il GS, senza effettuare alcun esercizio. I dati sono stati analizzati utilizzando l'ANOVA di Friedman ed il Post Hoc di Dunn. I risultati evidenziano come vi sia un guadagno importante in termini di allungamento muscolare rispetto alle condizioni basali ($p < 0,0001$, +21%) e come esso sia mantenuto per 48 ore. Dopo 72 ore dall'ultima somministrazione dell'esercizio viene registrata una deflessione dei guadagni ottenuti ($p < 0,001$, -8%), che si ripete 7 giorni dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio ($p < 0,001$, -10%). In conclusione, è possibile affermare che una seduta di stretching con la metodica ISS permette di ottenere un guadagno importante rispetto alle condizioni basali e mantenerlo per 48 ore senza subire decrementi significativi. Quest'informazione permette di periodizzare l'allenamento dell'elongazione muscolo-tendinea all'interno di un microciclo di allenamento.

Introduzione

La flessibilità muscolare è considerata una capacità motoria indispensabile (Alter 2004), sia nell'allenamento sportivo agonistico, sia nell'attività fisica adattata e di prevenzione degli infortuni (Madding et al. 1987; Hubley et al. 1984; Anderson, Burke 1991). Tuttavia, le indicazioni codificate a livello internazionale sull'attività di elongazione muscolare non forniscono indicazioni precise riguardanti la somministrazione settimanale del carico di lavoro fisico e sul mantenimento dei suoi effetti (Barnett 1971; Biesterfeldt 1974).

DePino et al. (2000) hanno studiato in un gruppo di trenta soggetti con ridotta flessibilità dei muscoli ischio-crurali dell'arto inferiore destro la somministrazione di un protocollo di 4 serie di *stretching* statico, con mantenimento delle posture per una durata di 30 secondi e con 15 secondi di

SS e quello di *stretching* unito alla pedalata. I guadagni ottenuti si sono mantenuti ancora 15 minuti dopo l'ultima somministrazione di entrambi i protocolli.

Ford, McChesney (2007) hanno analizzato, in 32 soggetti praticanti regolare attività fisica non agonistica, la durata degli effetti dell'elongazione muscolare utilizzando tre differenti tecniche di allungamento muscolare. La prima: il PNF variante *Contract-Relax-Antagonist-Contract* (PNF-CRAC), consisteva in 4 serie comprendenti 6 secondi di allungamento e 6 di contrazione isometrica dell'antagonista, con recupero di 6 secondi tra le serie. Nella seconda, lo *stretching* statico (SS), si manteneva la posizione dell'ostacolista per 30 secondi. La terza, lo *stretching* statico attivo (SSA) comprendeva 10 serie di massima estensione del ginocchio per 10 secondi con 10 secondi di recupero tra di esse. L'effetto provocato dalle differenti tecniche di allungamento

trattamento combinato di *stretching* e calore, può essere migliore dell'utilizzo del solo *stretching*, soprattutto per quei soggetti che avvertono dolore muscolare o che soffrono di spasmi muscolari.

Möller et al. (1985) hanno studiato, in 8 soggetti maschi praticanti calcio senza nessuna patologia muscolo-articolare, se un protocollo di 5 serie di *stretching* PNF (4-6 secondi di contrazione seguiti da 2 secondi di rilassamento e da un allungamento passivo effettuato dall'operatore della durata di 8 secondi) volto a raggiungere il massimo ROM possibile, potesse permettere il mantenimento del guadagno dell'elongazione muscolare per tutta la durata di una partita di calcio. I risultati ottenuti hanno evidenziato che il guadagno di ROM è stato mantenuto ancora 90 minuti dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio. Secondo gli Autori, questo tipo di protocollo è indicato per chi pratica sport di squadra (es. calcio) e voglia mantenere un ROM ottimale per tutta la durata della gara.

Voelker et al. (2003) hanno indagato, in un campione di 56 studenti con limitazioni di estensibilità del ginocchio e di massima dorsi-flessione attiva della caviglia, la durata degli effetti di un protocollo di *stretching* statico abbinato con il passivo in un periodo di 24 ore per comprendere se l'inserimento di un protocollo di riscaldamento precedente lo *stretching* modifica l'efficacia dell'allungamento eseguito immediatamente dopo. L'allungamento muscolare suddiviso in due fasi prevede il raggiungimento in modo passivo del massimo ROM in estensione dell'articolazione del ginocchio e poi mantenere la posizione per 30 secondi (SS) e un'attività aerobica di 10 minuti sul simulatore di scalini al 70% della frequenza cardiaca massima per il riscaldamento.

È stato notato un significativo incremento del ROM nel test di estensibilità attiva della gamba sulla coscia sia immediatamente dopo lo *stretching* sia dopo il riscaldamento a cui è seguita l'attività di allungamento, ottenendo valori di picco a 15 minuti di distanza dall'ultima somministrazione dell'esercizio. Dopo l'intervallo è stata individuata una deflessione dei valori registrati che si sono stabilizzati su parametri superiori al basale fino a 24 ore dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio.

In conclusione, gli Autori affermano che una singola serie di allungamento statico passivo della durata di 30 secondi è ottima per gli atleti che necessitano di incrementare la loro flessibilità nei muscoli ischio-crurali e mantenerla per almeno 24 ore. I risultati relativi al massimo ROM raggiungibile non sarebbero differenti tra un protocollo di SS passivo senza e con riscaldamento.

Tutti gli studi analizzati interrompono le misure post-trattamento motorio prima del



recupero tra di esse. I risultati hanno evidenziato che l'aumento del ROM ottenuto non si manteneva oltre i tre minuti.

Spernoga et al. (2001) hanno utilizzato, in un gruppo di 30 soggetti maschi con limitazioni nella flessibilità dei muscoli ischio-crurali nell'arto destro, un protocollo di *stretching* PNF con 5 serie di lavoro composto da 7 secondi di allungamento passivo seguiti da 7 secondi di contrazione isometrica e 5 secondi di recupero tra le serie. È stato rilevato come il guadagno ottenuto in termini di ROM venga mantenuto per non più di 6 minuti.

Hubley et al. (1984) hanno indagato, su 30 soggetti maschi attivi, gli effetti provocati sulla muscolatura degli ischio-crurali da tre differenti condizioni sperimentali: un primo protocollo di *stretching* statico (SS) con mantenimento della posizione raggiunta per 15 minuti; un secondo di riscaldamento al cicloergometro con pedalata a 50 RPM e 50 watt, e l'ultimo la combinazione di entrambi. Il protocollo di SS e il riscaldamento con pedalata al cicloergometro, sono risultati efficaci nell'incrementare il ROM, mentre non vi è stata variazione statisticamente significativa tra il protocollo di

sul guadagno di ROM nell'estensione del ginocchio si è mantenuto ancora su parametri superiori al basale 25 min dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio, indipendentemente dalla tecnica di elongazione muscolare utilizzata.

Henricson et al. (1984) hanno studiato in 30 soggetti sani se il trattamento con il calore, con il PNF e la loro combinazione modificano il guadagno e il mantenimento del ROM. Il muscolo era avvolto in una coperta termica per 20 minuti con la temperatura di 43°C, mentre il protocollo di flessibilità muscolo-tendinea prevedeva l'utilizzo di un allungamento attivo dei muscoli ischio-crurali di 7 secondi, seguiti da un rilassamento di 7 secondi e da 7 secondi di allungamento passivo. Il calore non è in grado di aumentare il ROM. Al contrario, il protocollo di *stretching* PNF ha incrementato significativamente il ROM ed è in grado di mantenere i suoi effetti ancora 30 minuti dopo la sua applicazione. Il calore combinato allo *stretching* si è mostrato efficace sia nell'aumento, sia nel mantenimento dei guadagni acquisiti fino a 30 minuti dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio. Gli Autori affermano che un

ritorno alla condizione basale senza tenere conto del reale decadimento degli incrementi ottenuti. Questo fattore può essere considerato un limite di questa tipologia di ricerche in quanto non è possibile dare risposte certe sull'effettiva durata degli effetti a lungo termine di un esercizio di allungamento muscolare, ma soltanto tracciarne una tendenza.

Nessuno studio presentato dalla letteratura mette in luce questo problema, nonostante esso sia fondamentale per la giusta programmazione e somministrazione del carico di lavoro fisico. Una possibile spiegazione della discordanza dei risultati delle ricerche prese in esame è riconducibile alla diversità dei protocolli di lavoro, non essendo studi specifici che abbiano indagato il numero di serie necessarie al raggiungimento del massimo ROM in relazione alle differenti metodiche di allungamento muscolare. La bibliografia di settore riporta solo uno studio in cui gli Autori hanno posto le basi per l'individuazione del numero di serie necessarie al raggiungimento del massimo ROM con l'utilizzo di una tecnica di *stretching* statico che prevede il mantenimento delle posture per 2 ± 1 secondi (*Intermittent static stretching*, ISS, Gollin et al. 2011) portata a *discomfort point*. Ritengono che siano necessarie mediamente 12 serie di ISS senza l'utilizzo del *warm up* per il raggiungimento della massima elongazione muscolo-tendinea, Lo scopo di questa ricerca è stato di indagare l'effettiva durata degli effetti ritardati provocati dalla somministrazione in acuto dell'ISS. L'eventuale presenza residua di guadagno in termini di ROM è stata valutata a 3, 6, 9, 12, 15, 30, 45, 60, 90, 120 minuti; 4, 24, 48, 72 ore e 7 giorni dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio.

Materiali e metodi

Il gruppo campione è costituito da 18 soggetti praticanti allenamento con sovraccarichi (16 uomini e 2 donne), di età compresa tra i 20 e i 30 anni, suddivisi in 2 gruppi: uno sperimentale (GS) composto da 9 soggetti (8 uomini e una donna, età 24 ± 2 anni, peso 70 ± 9 kg, altezza 174 ± 9 cm) e uno di controllo (GC) composto da 9 soggetti (8 uomini e una donna, età di 23 ± 2 anni, peso 68 ± 11 kg, altezza 171 ± 11 cm). Tutti i soggetti svolgevano attività fisica regolare non agonistica 3 volte alla settimana, con un'esperienza di allenamento con sovraccarichi di almeno 3 anni. Tutti i volontari partecipanti allo studio hanno dichiarato di non avere, al momento delle sessioni di test, alcun tipo di trauma o infortunio ai muscoli ischio-crurali e alla catena cinetica dorso-lombare che potesse compromettere la corretta esecuzione dei gesti motori richiesti.

Tutti i soggetti hanno firmato un consenso informato, per l'autorizzazione alla somministrazione dell'esercizio motorio previsto e al trattamento dei dati personali. Durante il periodo di test è stato chiesto al gruppo campione di non variare le proprie abitudini motorie e alimentari, di evitare intense sedute d'allenamento e di non sottoporsi a specifiche sedute di flessibilità muscolo-tendinea, al fine di non influenzare i risultati del test.

Il campionamento delle variabili

Prima di avviare le procedure di campionamento i soggetti sono stati istruiti nella corretta esecuzione del test per la durata di tre settimane: il protocollo non era eseguito in forma massimale, al fine di evitare che gli stiramenti eccentrici determinati dalla tecnica dell'esercizio potessero offendere l'unità muscolo-tendinea.

lo di controllo sono stati misurati negli stessi intervalli di tempo. Dopo la somministrazione del trattamento per il GS o della misurazione di partenza per il GC sono state reperite misurazioni nel tempo a distanza di 3, 6, 9, 12, 15, 30, 45, 60, 90, 120 minuti; 4, 24, 48, 72 ore e 7 giorni dopo l'ultima ripetizione dell'esercizio (GS) o della misura iniziale (GC). Il campionamento della flessibilità muscolo-tendinea negli intervalli compresi tra i 3 minuti e le 24 ore è concorde con la letteratura specifica (DePino et al. 2000; Spornoga et al. 2001; Hubley et al. 1984; Ford e McChesney 2007; Henricson et al. 1984; Möller et al. 1985; Voelker et al. 2003) mentre i successivi tempi di misurazione sono stati inseriti per verificare la fluttuazione della flessibilità muscolo-tendinea ad intervalli mai indagati. Tutte le prove sono state eseguite senza precedente riscaldamento cardiovascolare, al fine di non modificare in modo incontrollato l'omeostasi del soma.

Test				No test			Test
Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica	Lunedì

Tabella 1 – Rappresentazione dello schema tipo di svolgimento del protocollo di lavoro, sia per il GS, sia per il GC. Il primo riquadro verde rappresenta le giornate in cui viene somministrato il test, quello giallo i giorni di "recupero", in cui non sono eseguiti test e i soggetti mantengono le loro normali abitudini motorie ed alimentari. Infine, l'ultimo riquadro indica l'ultima sessione di test che avviene dopo il periodo di "recupero" e 7 giorni dopo l'inizio del protocollo, corrispondente anche all'ultima somministrazione dell'esercizio (GS) o della prova basale (GC).

La procedura si è resa necessaria per evitare l'effetto apprendimento (*learning effect*) sulle misure registrate. I soggetti sono stati invitati ad indossare una tenuta sportiva d'allenamento, che desse al ricercatore la possibilità di controllare direttamente l'articolazione del ginocchio e la completa distensione delle gambe durante il test. Le misure sono state reperite nei giorni compresi tra il lunedì e il sabato con inizio stabilito tra le ore 11:00 e le 13:00, e conclusione tra le ore 15:00 e 17:00.

Le misurazioni nell'arco del primo giorno di test venivano effettuate fino a 4 ore dopo l'inizio del protocollo di lavoro, in accordo con Voelker et al (2003). L'impegno effettivo delle persone ammontava a 7 giornate, da svolgersi nell'arco di due settimane consecutive come mostrato nello schema della tabella 1.

Dopo 4 giorni di test, al fine di consentire un totale recupero mio-tendineo e una riduzione di eventuali *DOMS* (Milles, Clarkson 1994) da *over-stress* eccentrico (Eston et al. 2004), si sono effettuati tre giorni di recupero completi, senza sollecitazione acuta dei muscoli ischio-crurali e della muscolatura dorso-lombare. Sia il gruppo sperimentale sia quel-

Le attrezzature utilizzate

Per le misure di elongazione muscolare del busto è stato utilizzato un parallelepipedo in metallo e legno, alto 30 cm, largo 50 cm e profondo 51 cm. Sulla mezzeria del lato parallelo al pavimento è applicato un apposito binario metallico, sul quale scorre un appropriato carrello. Sopra quest'ultimo è installato un distanziometro digitale *Bosch* (Germania) *GLM 150 Professional* (precisione ± 1 mm, tempo di misura $< 0,5$ s, max 4 s, classe laser 2).

Il binario metallico è lungo 80 cm con il punto di appoggio dei piedi a 30 cm dal punto di inizio del binario. Al termine di esso è situata una parete metallica mobile al fine di standardizzare le misure presentando sempre la stessa superficie di puntamento per il laser. Sulla mezzeria del lato verticale di appoggio dei piedi del box è applicato un triangolo di legno, che con vertice rivolto verso il basso e base di cm 17, forma un angolo di 36° . I lati del medesimo rappresentano il punto di appoggio mediale dei piedi, mentre la pianta aderisce al piano verticale del box. Il soggetto è stato posizionato in stazione seduta con i



Figura 1 – Strumento per la misura della flessibilità (A). Posizione di partenza del test (B) Posizione finale del test (C).

pie di scalzi in appoggio al parallelepipedo e le gambe in estensione. Nella posizione di partenza del test, le mani sono unite e sovrapposte, con i gomiti in estensione e paralleli all'asse longitudinale del tronco. Il soggetto sceglie liberamente la mano da anteporre, che appoggia per prima sul poggia-dita del carrello mobile ed è mantenuta costante in tutti i test. Il soggetto deve flettere progressivamente il busto in avanti, senza slancio, fino al massimo allungamento raggiungibile senza dolore (figura 1). Indipendentemente dal distanziometro, il *Sit and reach test* è stato dichiarato ripetibile (Jackson et al. 1989), quindi è stato possibile utilizzarlo per lo studio.

Le misure acquisite iniziano con la registrazione della distanza intercorrente tra l'inizio e la fine corsa del binario. Questa misura coincide con il punto in cui è posizionato il distanziometro alla partenza (80 cm). In seguito a questa operazione il soggetto è stato invitato ad eseguire il test secondo le modalità previste. La misura finale, che indica l'effettivo allungamento del soggetto, è calcolata grazie al distanziometro, che permette il seguente calcolo:

$Dist\ In - Dist\ Fin =$ la distanza che intercorre tra l'inizio-corsa del binario e il punto in cui si trova il distanziometro dopo che il soggetto ha effettuato il test. Essa rappresenta l'effettivo allungamento prodotto dal soggetto; $Dist\ In$ è la distanza a cui il distanziometro è posizionato alla partenza rispetto alla parete metallica mobile, $Dist\ Fin$ è la distanza a cui si trova il distanziometro

rispetto alla parete virtuale dopo che il soggetto ha effettuato il test. La $Dist\ In$ è standardizzata ad 80 cm che coincide con l'inizio corsa del binario e viene reperita prima che il soggetto si posizioni sullo strumento.

Tale procedura, intervallata da 30 secondi di recupero, è stata ripetuta 12 volte nel gruppo sperimentale (Gollin et al. 2011), una sola ripetizione nel gruppo di controllo e misurati i centimetri raggiunti. Durante il recupero il soggetto si trova in posizione di rilassamento, con le mani in appoggio al pavimento e le gambe in estensione a contatto con il parallelepipedo. Un cronometro della ditta Casio (Giappone) e due della ditta Grundig (Germania), capaci di campionare il decimo di secondo, sono stati utilizzati per calcolare gli intervalli di tempo a cui effettuare le misure da 3 fino a 120 minuti dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio (GS) o misura basale iniziale (GC). La scelta di utilizzare più di un cronometro è stata imposta dalla programmazione dei turni di inizio dei test e dalla presenza di un solo operatore per il reperimento delle misure. L'operatore registrava i risultati su di un'apposita scheda cartacea di raccolta dati.

Analisi statistica

Il livello di significatività "p" è stato fissato a 0,05, i dati rilevati sono stati trattati con la statistica non parametrica utilizzando il software *GraphPad Prims5* (GraphPad Software, Inc., USA). Il test non parametrico ANOVA di Friedman ha confrontato i dati

dei differenti tempi di campionamento. Il test *Post-hoc* di Dunn ha stabilito in quale momento della valutazione ci sono state variazioni statisticamente significative.

La differenza percentuale è stata calcolata come segue: $Diff\% = [(VAL\ fin. - VAL\ in.) / VAL\ In.] \cdot 100$, dove $VAL\ In.$ = valore iniziale e $Val\ fin.$ = valore finale.

Risultati

L'ANOVA di *Friedman test* ha mostrato una variazione della flessibilità muscolo-tendinea statisticamente significativa ($p < 0,001$) all'interno del periodo di osservazione (7 giorni). Il *Post-hoc* effettuato nel gruppo sperimentale (GS) ha messo in evidenza una variazione della flessibilità statisticamente significativa ($p < 0,001$, +21%, figura 2) verificatasi tra le condizione basale e il picco massimo raggiunto al termine della somministrazione dell'esercizio. Inoltre, il *Post hoc* ha sottolineato una variazione statisticamente significativa tra il basale e 6 minuti dopo ($p < 0,01$, +19%), 9 minuti dopo ($p < 0,01$, +19%), 12 minuti dopo ($p < 0,001$, +19%), 15 minuti dopo ($p < 0,001$, +20%), 30 minuti dopo ($p < 0,05$, +18%), 45 minuti dopo ($p < 0,01$, +19%) (figura 1) la fine dell'esercizio. Variazioni significative, ma in forma regressiva, si sono verificate anche a 72 ore ($p < 0,001$, -8%) e 7 giorni dopo l'ultima somministrazione del trattamento motorio ($p < 0,001$, -10%) (figura 2). Infine, il *Post Hoc* di Dann ha identificato una significatività statistica tra il campionamento reperito 15 min dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio con quello acquisito a 7 giorni di distanza ($p < 0,05$, -10%). Nel gruppo di controllo (GC) il test ANOVA di Friedman non ha mostrato alcuna differenza statisticamente significativa.

Discussione

L'analisi dei risultati dimostra che la metodica utilizzata (*JSS*) apporta incrementi rilevanti in termini di elongazione muscolo-tendinea, dalla condizione basale al picco di ROM ($p < 0,001$, +21%). Il guadagno ottenuto, cioè la differenza tra il minimo ed il massimo ROM, si mantiene pressoché costante e significativo in GS a 6, 9, 12, 15, 30 e 45 minuti dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio. La non significatività statistica riscontrata a 3 min dalla fine del protocollo di allungamento è in linea con le ricerche di Willardson, Burkett (2008) e Rahimi et al. (2007) che hanno dimostrato come si ottengono i risultati migliori in termini di volume e picchi di forza muscolare prodotti con intervalli di recupero compresi tra i 4 (Willardson, Burkett 2008) e i 5 minuti (Rahimi et al. 2007) tra le varie serie di esercizi.

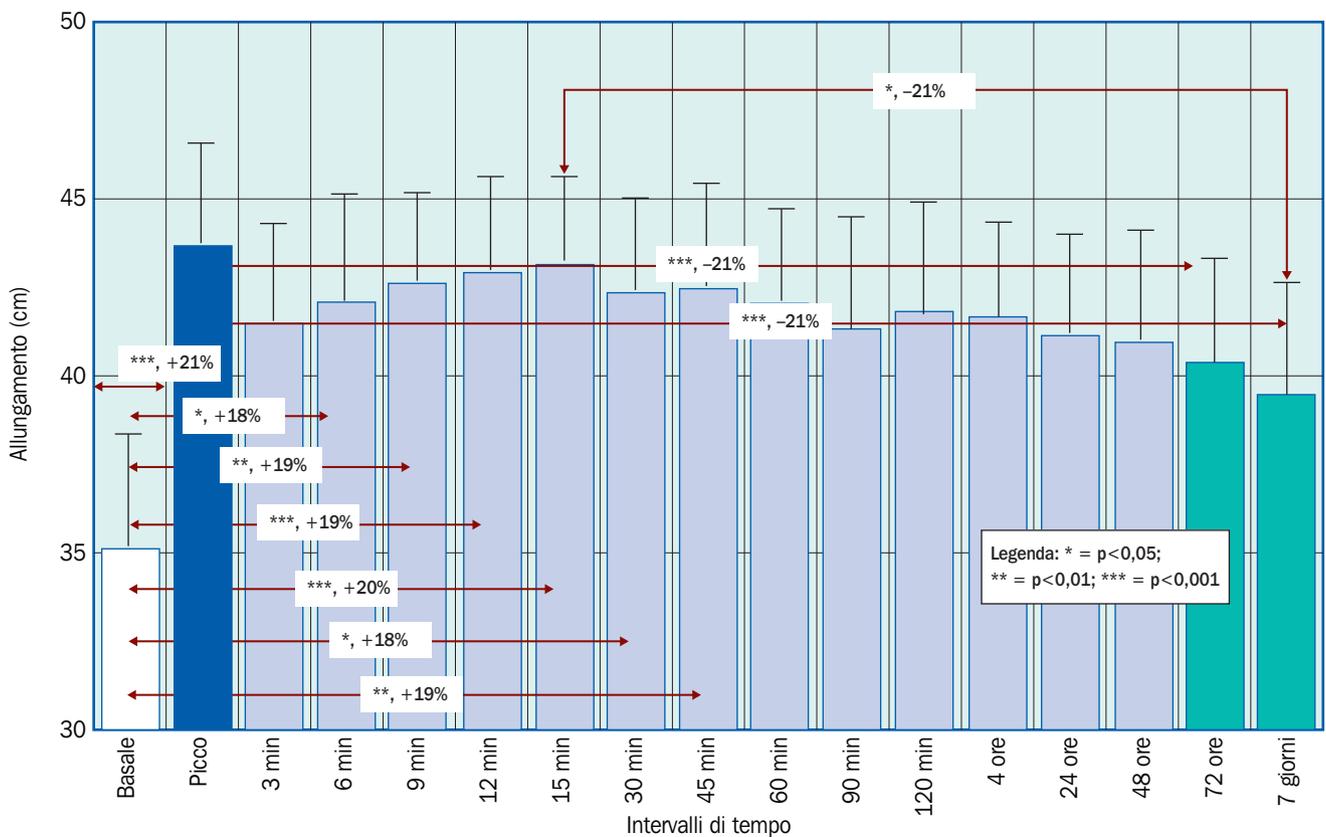


Figura 1 – Analisi grafica dei risultati ottenuti con l'ANOVA di Friedman e il Post Hoc di Dann. Il picco di flessibilità muscolare, quantificato in cm di allungamento rispetto al basale, è valutabile in un incremento del 21% ($p < 0,001$) e viene mantenuto tale per 48 ore dopo il suo raggiungimento; 72 ore dopo inizia un decremento significativo della flessibilità guadagnata, con una perdita di flessibilità muscolo-tendinea dell'8% ($p < 0,001$). Sette giorni dopo l'ultima ripetizione del trattamento motorio il decremento aumenta al 10% ($p < 0,001$).

Quindi, tre minuti dopo l'ultima somministrazione del carico di lavoro in regime di massimo *discomfort point* eccentrico non sono ancora presenti le condizioni per riscontrare un effettivo recupero dello *stress* muscolare provocato dall'ISS in quanto le unità muscolo-tendinee coinvolte si trovano ancora in una fase di "assorbimento" dello stimolo ricevuto.

Non è emersa nessuna variazione statisticamente significativa nel gruppo di controllo. Dopo i 45 minuti di osservazione, il GS non si comporta più in maniera uniforme e gli aggiustamenti regrediscono in modo randomizzato, non permettendo flussi uniformi che abbiano dato una significatività statistica tra il picco massimo raggiunto e le 48 ore dopo. Il richiamo giornaliero (test) permette di mantenere i guadagni di elongazione fino a due giorni dopo la somministrazione dell'ISS. A 72 ore dopo l'ultima ripetizione dell'esercizio tutto il gruppo evidenzia una significativa deflessione rispetto al picco massimo raggiunto ($p < 0,001$, -8%), osservazione che si ripete a 7 giorni di distanza dall'ultima somministrazione dell'esercizio ($p < 0,001$, -10%).

Ne consegue che, al fine di mantenere i guadagni di ROM ottenuti, è necessario riproporre una nuova sollecitazione della flessibilità muscolo-tendinea in un *range* tempora-

le che non superi i 7 giorni dall'ultima somministrazione dell'esercizio.

Essendo la contrazione eccentrica massimale procurata dall'ISS comparabile ad un allenamento della forza si ipotizza, in accordo con lo studio di Gravies et al. (1988), medesimi effetti nell'allenamento della flessibilità muscolare. Considerando l'attività di estensione muscolare una delle possibili strategie per lo sviluppo della forza (Kokkonen et al. 2007) è ipotizzabile che, anche questa qualità mantenga gli effetti se adeguatamente sollecitata. Una somministrazione settimanale, anche nel caso dello *stretching*, può essere ideale per garantire il mantenimento dei guadagni apportati in termini di allungamento muscolare. Dal momento che l'esercizio di *stretching* statico intermittente (ISS) è comparabile ad una sollecitazione eccentrica del muscolo scheletrico, è ragionevole pensare che eventuali dolori a scoppio ritardato scaturiti dalla somministrazione della metodica per l'allenamento della flessibilità muscolo-tendinea regrediscono in modo importante tra i 3 e i 5 giorni dopo la sua somministrazione, rendendo questo intervallo di tempo ideale per procedere ad una nuova sollecitazione. Considerazioni in accordo con Clarkson et al. (1988), i quali sostengono che il livello di fatica e dolenzia percepito nel muscolo scheletrico dopo la

somministrazione di uno stimolo eccentrico acuto inizi a regredire circa tre giorni dopo, anche se cinque giorni più tardi non è ancora totalmente riassorbito. Inoltre, è stato dimostrato che, mentre la percezione del dolore muscolare a insorgenza ritardata (*Delayed onset muscle soreness*, DOMS) diminuisce (Cleary et al. 2002), il corpo inizia a compensare lo stress mio-tendineo subito dando origine al fenomeno dell'adattamento (Perdrizet 1997; Viener 1999). Per evitare di perdere tali adattamenti è consigliabile, per incrementare o mantenere i guadagni acquisiti con la metodica ISS, riproporre una nuova somministrazione dell'esercizio ogni 72-96 ore, *range* temporale che può essere dilatato fino ad un massimo di 7 giorni di latenza tra una sollecitazione e la successiva. In accordo con lo studio di Witvrouw et al. (2003), è possibile affermare che l'allenamento della flessibilità muscolo-tendinea è di fondamentale importanza sia nella prevenzione di eventuali lesioni muscolari, sia nel condizionamento fisico dell'atleta, rendendolo capace di compiere armonicamente tutti i movimenti della disciplina praticata anche ad ampi *range of motion*, senza impedimenti legati alla inflessibilità della muscolatura interessata.

Il tempo di mantenimento dei guadagni ottenuti con la tecnica dello *stretching* stati-

co intermittente (ISS) evidenziati in questa ricerca, permettono di periodizzare la sollecitazione della flessibilità muscolo-tendinea all'interno di un microciclo di carico (Issurin 2008) come una qualsiasi capacità fisica. Quindi è consigliabile, in tutte le discipline in cui il possesso di un ampio *range* di movimento può risultare favorevole ai fini dell'attività praticata, la somministrazione di una seduta di flessibilità muscolo-tendinea da una a due volte alla settimana e almeno 48 ore prima della disputa della *performance* al fine di prendere parte alla manifestazione sportiva trovandosi in condizioni di massima espressione della propria flessibilità muscolo-tendinea. Mentre, per quanto concerne il settore del benessere e del "fitness", un buon grado di flessibilità muscolo-tendinea della catena cinetica posteriore della coscia e della zona lombare è fonte di prevenzione e diminuzione del *low back pain*, patologia molto diffusa nella società moderna a causa della sindrome ipocinetica (Esola et al. 1996). La vita sedentaria e le molte ore trascorse in posizione seduta inducono la lunghezza della muscolatura della catena cinetica posteriore, in particolar modo il comparto dei muscoli ischio-cruiali, in uno stato di continua inoperosità e lavoro passivo. In particolare, Mörl e Bradl (2012) hanno messo in evidenza, in uno studio condotto su 14 soggetti che svolgevano un lavoro

d'ufficio, che l'82% della loro attività veniva svolta in posizione seduta con i muscoli della zona lombare in completo stato di passività. Soltanto il 5% del tempo analizzato era speso in ortostatismo o camminando, attività che coinvolgono in modo importante la muscolatura del tratto lombare. Pertanto, è evidente come risulti necessaria una costante riattivazione di questo distretto muscolare al fine di non perderne la funzionalità basale e favorire l'insorgenza di patologie invalidanti e onerose per la società (Burdorf et al. 1993). Oltre ad un'attivazione della zona interessata, che può essere messa in azione con un semplice passaggio dalla posizione seduta a quella eretta o con una breve camminata (Mörl e Bradl 2012), è anche necessario possedere quell'ipertrofia funzionale necessaria al mantenimento di un buon funzionamento della muscolatura scheletrica, che può essere ottenuta tramite protocolli volti all'allungamento muscolo-tendineo. Quindi, un programma di lavoro per l'estensibilità muscolo-tendinea basato sullo *stretching statico intermittente (ISS)* potrebbe essere il compromesso ideale per persone sedentarie, in quanto il mantenimento dei guadagni ottenuti con l'ISS, unito all'esiguo tempo totale necessario per effettuare l'esercizio (circa 10 minuti) sono ottimali per persone con intensa attività lavorativa e poco tempo a disposizione.

Conclusioni

Un protocollo di *stretching* eseguito con la metodica ISS (*stretching* statico intermittente) comprendente 12 serie di lavoro con recupero di 30 secondi tra una serie e l'altra procura un guadagno medio in termini di allungamento muscolare pari al 21% ($p < 0,001$) rispetto alle condizioni basali. Il risultato è mantenuto per 48 ore senza subire decrementi statisticamente significativi. A 72 ore di distanza dalla somministrazione dell'esercizio si evidenzia l'inizio di una perdita dei guadagni ottenuti ($p < 0,001$, -8%), evento che si verifica nuovamente e in tono maggiore 7 giorni dopo l'ultima somministrazione dell'esercizio ($p < 0,001$, 10%) con un progressivo ritorno alle condizioni basali.

Gli Autori:

Massimiliano Gollin; Dipartimento di Scienze cliniche e biologiche; Centro di ricerche in scienze motorie, Scuola universitaria di Scienze motorie, Università di Torino;

Indirizzo degli Autori:
massimiliano.gollin@unito.it

Bibliografia

- Alter M. J., Science of flexibility, Champaign Ill., Human Kinetics (3ª edizione), 2004.
- Anderson B., Burke E. R., Scientific, medical and practical aspects of stretching, Clin. Sports Med., 10, 1991, 1, 63-86.
- Barnett C. H., The mobility of synovial joints, Rheumatol Phys Med., 11, 1971, 1, 20-27.
- Biesterfeldt H. J., Flexibility program, International Gymnast, 16, 1971, 3, 22-33.
- Burdorf A., Naaktgeboren B., de Groot H. C., Occupational risk factors for low back pain among sedentary worker, J. Occup. Med., 35, 1993, 12, 1213-1220.
- Clarckson P. M., Tremblay I., Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans, J. Appl. Physiol., 65, 1988, 1, 1-6.
- Cleary M. A., Kimura I. F., Sitler M.L., Kendrick Z. V., Temporal Pattern of the Repeated Bout Effect of Eccentric Exercise on Delayed-Onset Muscle Soreness, J. Athl. Train., 37, 2002, 1, 32-36.
- DePino G. M., Webright W. G., Arnold B. L., Duration of Maintained Hamstring Flexibility After Cessation of an Acute Static Stretching Protocol, J. Athl. Train., 35, 2000, 1, 56-59.
- Esola M. A., McClure P. W., Fitzgerald G. K., Siegler S., Analysis of Lumbar Spine and Hip Motion During Forward Bending in Subjects With and Without a History of Low Back Pain, Spine, 21, 1996, 1, 71-78.
- Eston R. G., Twist C., Byrne C., Neuromuscular Function After Exercise-Induced Muscle Damage, Sports Med., 34, 2004, 1, 49-69.
- Ford P., McChesney J., Duration of maintained hamstring ROM following termination of three stretching protocols, J. Sport Rehabil., 16, 2007, 1, 18-27.
- Gollin M., Luciano A., Casale L., Estensibilità muscolo tendinea e riscaldamento, SDS-Scuola dello sport, 30, 2011, 88, 55-62.
- Graves J. E., Pollock M. L., Leggett S. H., Braith R. W., Carpenter D. M., Bishop L. E., Effect of Reduced Training Frequency on Muscular Strength, Int. J. Sport Med., 9, 1988, 5, 316-319.
- Henricson A. S., Fredriksson K., Persson I., Pereira R., Rostedt Y., Westlin N. E., The effect of heat and stretching on the range of hip motion, J. Orthop. Sports Phys. Ther., 6, 1984, 2, 110-115.
- Huble C. L., Kozey J. W., Stanish W. D., The effects of static stretching exercises and stationary cycling on range of motion at the hip joint, J. Orthop. Sports Phys. Ther., 6, 1984, 2, 104-109.
- Huble C. L., Kozey J. W., Can stretching prevent athletic injuries?, J. Musculoskelet. Med., 19, 1984, 25-32.
- Issurin V., Block periodization versus traditional training theory: a review, J. Sport Med Phys. Fitness, 48, 2008, 1, 65-75.
- Jackson A. W., Langford N. J., The criterion related validity of the sit and reach test: Replication and extension of previous findings, Res. Q. Exerc. Sport, 60, 1989, 4, 984-987.
- Kokkonen J., Nelson A. G., Eldredge C., Winchester J. B., Chronic static stretching improve exercise performance, Med. Sci. Sport Exerc., 39, 2007, 10, 1825-1831.
- Madding S. W., Wong J. G., Hallum A., Medeiros J., Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion, J. Orthop. Sports Phys. Ther., 8, 1987, 8, 409-416.
- Miles M. P., Clarkson P. C., Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps, J. Sports Med. Fitness, 34, 1994, 3, 203-216.
- Möller M., Ekstrand J., Oberg B., Gillquist J., Duration of stretching effect on range of motion in lower extremities, Arch. Phys. Med. Rehabil., 66, 1985, 3, 171-173.
- Mörl F., Bradl I., Lumbar posture and muscular activity while sitting during office work, J. Electromyogr. Kinesiol., 23, 2013, 2, 362-668.
- Perdrizet G. A., Hans Selye and beyond: responses to stress, Cell Stress Chaperones, 2, 1997, 4, 214-219.
- Rahimi R., Boroujerdi S. S., Ghaeni S., Noori S. R., The effect of different rest intervals between sets on training volume in male athletes, Phys. Ed. Sport, 5, 2007, 1, 37-46.
- Spernoga S. G., Uhl T. L., Arnold B. L., Gansneder B. L., Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol, J. Athl. Train., 36, 2001, 1, 44-48.
- Viener R., Putting Stress in Life: Hans Selye and the Making of Stress Theory, Social Study of Science, 29, 1999, 3, 391-410.
- Voelker C., de Weijer V. C., Gorniak G. C., Shamus E., The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours, J. Orthop. Sports Phys. Ther., 33, 2003, 12, 727-733.
- Willardson J. M., Burklett L. N., The effect of different rest intervals between sets on volume component and strength gains, J. Strength Cond. Res., 20, 2006, 4, 978-984.
- Witvrouw E., Danneels L., Asselman P., D'HAVE T., Cambier D., Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players, Am. J. Sports Med., 31, 2003, 1, 41-46.