



delle frequenze di stimolo e/o un'alterazione della sensitività riflessa (Guissard e Duchateau 2006, 2004; Cramer et al. 2005; Avela et al. 2004; Fowles et al. 2000; Avela et al. 1999; Magnusson et al. 1996).

Per ciò che riguarda gli aggiustamenti di natura meccanica, gli studiosi suggeriscono due differenti risposte allo stretching: la prima è chiamata "rilassamento da stress" ed è di natura puramente meccanica. Essa consiste nella diminuzione di tensione passiva da parte dell'unità muscolo-tendinea a seguito di un allungamento prolungato (Magnusson e Renström 2006; Avela et al. 2004); tale effetto sembra perdurare per pochi minuti (Magnusson e Renström 2006). La seconda, chiamata "deformazione plastica", è il riorientamento del tessuto connettivo e dei tessuti soffici di supporto in più ordini paralleli; quest'ultima è maggiormente dipendente dal tempo per cui viene mantenuto l'allungamento (Avela et al. 2004).

La diminuita attivazione delle unità motorie a seguito di esercizi di stretching ripetuti è stata dimostrata misurando l'attività elettromiografica del muscolo, o dei gruppi muscolari, interessato/i dall'allungamento. Il miglioramento della flessibilità che si registra a seguito di un programma di stretching è stato attribuito ad un'incrementata tolleranza all'allungamento, dovuta ad una ridotta eccitabilità dei riflessi spinali (Magnusson et al. 1996). Ad esempio Avela et al. (1999), durante la stimolazione di riflessi da stiramento (T reflex, riflesso tendineo), registrarono una diminuzione dell'ampiezza picco-picco del segnale EMG, indice del livello di reclutamento di unità motorie, dopo un'ora di stretching passivo nei

muscoli gastrocnemio e soleo; tale riduzione fu correlata in maniera significativa con la diminuzione della resistenza del muscolo all'allungamento. Inoltre è stato dimostrato che, a seguito di questa tipologia di stretching, si riduce la risposta muscolare, misurata mediante EMG, sia al riflesso di Hoffmann (H reflex) che al T reflex (Avela et al. 1999; Guissard e Duchateau 2006, 2004). A tal proposito è bene ricordare che l'H reflex è indotto mediante stimolazione elettrica delle fibre di tipo Ia, mentre il T reflex è indotto mediante percussione tendinea; questo dunque spiegherebbe che lo stretching potrebbe indurre aggiustamenti con origine periferica, mediante l'azione esercitata sui propriocettori muscolari (fusi neuromuscolari, organi tendinei del Golgi), e centrale, influenzando i circuiti neuronali (Avela et al. 1999; Guissard e Duchateau 2006). In particolare Avela et al. (1999) conclusero che il miglioramento di flessibilità ottenuto a seguito dello stretching passivo sia dovuto ad una riduzione della sensitività riflessa, causata a sua volta da una riduzione di sensitività dei fusi neuromuscolari. È stato infatti dimostrato che esiste una relazione positiva e statisticamente significativa tra guadagno di flessibilità e perdita di stiffness (Guissard e Duchateau 2004). Inoltre è stato dimostrato che il guadagno di flessibilità attiva è dipendente dalla durata delle singole serie di stretching, mentre il guadagno in flessibilità passiva no (Roberts e Wilson 1999). Infine, e questo è estremamente utile dal punto di vista pratico, sembra non ci sia differenza in guadagno di flessibilità nell'eseguire lo stretching statico prima o dopo l'esercizio fisico (Beedle et al. 2007).

### Principali metodiche di allungamento

Esistono diverse tipologie di stretching, tra queste lo *stretching statico* è di certo la più diffusa ed utilizzata, sia perché ha una bassissima associazione col rischio di infortuni, sia perché sembra essere la più efficace per il miglioramento della flessibilità (Nelson e Bandy 2005); questa metodica consiste nell'allungare un gruppo muscolare e mantenere la posizione raggiunta per un periodo di tempo più o meno lungo (Davis et al. 2005; Nelson e Bandy 2005). Lo *stretching balistico* consiste in una serie di allungamenti ripetuti in maniera ritmica, con molleggi (Nelson e Bandy 2005), chiamato anche *stretching dinamico* e definito, in maniera più precisa, come un movimento controllato attraverso il ROM

attivo di un'articolazione (Fletcher e Jones 2004), questa metodica sembra essere meno utile in termini di miglioramento della flessibilità (Covert et al. 2010; Nelson e Bandy 2005) e secondo alcuni (Nelson e Bandy 2005) maggiormente associata col rischio di infortuni, mentre secondo altri autori non esistono maggiori rischi associati a questa metodica (Covert et al. 2010; Fletcher 2010). Il *Dynamic Range of Motion*, come indicato da Murphy (1994), si basa sul principio dell'inibizione reciproca, per cui contraendo un muscolo si ha l'inibizione del suo antagonista, che quindi può essere allungato in maniera lenta e controllata; questa metodica sembra essere meno efficace dello stretching statico nel migliorare il ROM (Bandy et al. 1998; Guissard e Duchateau 2006). Il *PNF* (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) si basa invece sul principio dell'inibizione autogena, cioè è effettuando delle brevi contrazioni isometriche sul muscolo in allungamento che si riescono a stimolare gli Organi Tendinei del Golgi che inibiscono il muscolo permettendo un allungamento maggiore (Guissard e Duchateau 2006; Chalmers 2004).

In termini di miglioramento della flessibilità lo stretching sembra essere più efficace se eseguito a basse velocità che con movimenti rapidi e ripetuti, in quanto nel primo caso si evitano risposte riflesse da parte dei muscoli allungati (Moore e Hutton 1980).

## Stretching e performance

La flessibilità ha sicuramente una grande importanza per la corretta riuscita di un gesto sportivo, tuttavia non è detto che lo stretching, utilizzato per migliorare la flessibilità, sia utile sempre e comunque al fine di migliorare la performance. Vista l'abbondante letteratura a riguardo, nel presente paragrafo, partendo dai numerosi studi della letteratura scientifica internazionale, cercheremo di discutere sugli effetti delle varie tipologie di stretching, in relazione anche alle loro possibili applicazioni per la preparazione e/o l'allenamento delle diverse performance sportive.

### EFFETTI ACUTI DELLO STRETCHING SULLA FORZA ISOMETRICA, ISOTONICA E ISOCINETICA

Come indicato in precedenti review della letteratura scientifica internazionale, non esistono studi che abbiano registrato un miglioramento delle performance di forza subito dopo l'esecuzione di eserci-

zi di stretching (McHugh e Cosgrave 2010; Rubini et al. 2007; Magnusson e Renström 2006; Shrier 2004).

Numerosi studi hanno dimostrato che, a seguito dello stretching, si verifica un decadimento del torque muscolare (Fowles et al. 2000; Nelson et al. 2001b; Cramer et al. 2005). Le obiezioni sollevate a questa affermazione derivavano dal fatto che in questi studi il torque era stato misurato solo ad angoli specifici, ma recentemente Nordez et al. (2010) hanno misurato il torque muscolare lungo tutto il ROM a seguito dell'esecuzione di stretching statico, dimostrando che tale metodica influisce sulla relazione tensione-lunghezza del muscolo, provocando uno slittamento verso destra di tale curva, quindi un decremento del torque muscolare costante lungo tutto il ROM.

A seguito dell'esecuzione di esercizi di stretching statico del muscolo quadricipite femorale e dei muscoli flessori plantari, Power et al. (2004) registrarono un decremento significativo della forza isometrica massima del quadricipite di circa il 10%; tale decremento restò significativo anche 120 minuti dopo l'esecuzione degli esercizi di stretching, accompagnato da un significativo miglioramento della flessibilità (+6%) misurata mediante il sit and reach test. Successivamente anche Behm et al. (2006) e Viale et al. (2007) registrarono un decremento della forza isometrica massima in seguito all'esecuzione di esercizi di stretching statico. In particolare Viale et al. (2007) hanno anche dimostrato che il decadimento di forza massima persiste anche se a seguito dello stretching vengono eseguiti degli esercizi in forma dinamica.

In un altro studio (Zakas et al. 2006) gli autori hanno concluso che gli effetti negativi dello stretching sull'espressione di forza sono legati alla durata degli esercizi stessi; nel loro studio infatti è stato misurato il picco di forza espressa nell'estensione isocinetica del ginocchio, rilevando decrementi significativi di tale parametro solo dopo l'esecuzione di 10 o 16 serie da 30 secondi di allungamento del muscolo quadricipite femorale con 15 secondi di recupero, ma non dopo l'esecuzione di un'unica serie di allungamento, anch'essa della durata di 30 secondi; in tutti e tre i casi però è stato registrato un incremento del ROM di flessione del ginocchio.

Dalla letteratura non emergono evidenze a sostegno della tesi che lo stretching in acuto possa migliorare le performance di forza, in quanto c'è

accordo nell'affermare che subito dopo lo stretching si verifichi un decadimento di questa capacità (McHugh e Cosgrave 2010; Rubini et al. 2007; Magnusson e Renström 2006; Shrier 2004).

#### EFFETTI ACUTI DELLO STRETCHING SULLA PERFORMANCE DI SALTO

Diversi autori hanno indagato l'effetto dello stretching sulla performance espressa nei test di salto, in quanto queste metodiche, ormai da tempo, sono riconosciute dalla comunità scientifica internazionale come un metodo semplice ed affidabile per determinare le caratteristiche meccanico-muscolari degli arti inferiori (Bosco et al. 1983).

Dalla letteratura emergono dati discordanti. Walimann et al. (2005), dopo 3 serie di 30 secondi di stretching statico bilaterale del gastrocnemio, hanno registrato una diminuzione del 5,6% dell'altezza espressa nel Counter Movement Jump (CMJ), mentre Behm et al. (2006), utilizzando la stessa durata e modalità di esercizio su flessori plantari, hamstrings e quadricipite, hanno registrato un incremento dei tempi di contatto nel Drop Jump (DJ) del 5,4% e un decremento del 5,7% dell'altezza di salto nel CMJ; questi dati vanno a confermare il precedente studio di Cornwell et al. (2001) dal quale emerse un decremento della performance nel CMJ compreso tra -4,5% e -7,3%. Dallo studio di Young e Behm (2003) è emerso che, nel riscaldamento, una corsa sub-massimale e/o degli esercizi di salto sono molto efficaci nel migliorare le performance di salto, mentre lo stretching statico ha un effetto negativo su questo tipo di prove. Risultati simili sono emersi anche da un successivo studio (McMillian et al. 2006), nel quale sono stati effettuati 3 diversi test di forza esplosiva ed agilità (corsa a navetta, lancio della palla medica, distanza percorsa con 5 balzi), anche in questo caso il riscaldamento condotto con esercizi in forma dinamica si è rivelato essere il più efficace. Tuttavia le differenze relative a queste metodiche di riscaldamento potrebbero scomparire o affievolirsi se, a seguito dello stretching, vengono eseguiti esercizi sport-specifici ad intensità medio-alte (Taylor et al. 2009).

Recentemente La Torre et al. (2010) hanno inoltre dimostrato che il peggioramento della performance di Squat Jump (SJ) indotto dallo stretching si verifica anche se viene cambiato l'angolo di partenza al ginocchio, generalmente di 90° (nello specifico gli angoli indagati sono stati di 50°, 70°, 90° e 110°).

In contrasto con questi studi, Church et al. (2001) riportarono un significativo decremento della performance di salto, solo se il test è preceduto dal PNF, ma non dallo stretching statico. Queste scoperte appoggiano quelle di altri studi, nei quali non ci sono state variazioni significative nella performance di salto espressa dopo l'esecuzione di esercizi di stretching statico (Unick et al. 2005; Power et al. 2004). In particolare Unick et al. (2005) hanno analizzato gli effetti di 4 differenti esercizi di stretching eseguiti in forma statica (ognuno ripetuto per 3 serie da 15 secondi ciascuna) ed in forma balistica; è bene precisare però che nello studio citato, a seguito dei diversi esercizi proposti, non si verificarono variazioni significative nemmeno nei test di flessibilità. Al contrario nello studio condotto da Power et al. (2004) si verificò un incremento significativo della flessibilità misurata mediante il sit and reach test, ma nessuna variazione sui test di SJ e DJ.

Recentemente Fletcher (2010) ha dimostrato che lo stretching dinamico è in grado di migliorare la prestazione nelle prove di SJ, CMJ e DJ, evidenziando come l'esecuzione di esercizi in maniera veloce (100 rpm) sia molto più efficace dell'esecuzione di esercizi in maniera lenta (50 rpm). Ciò che manca però in questo studio è la misurazione della flessibilità; non sappiamo cioè se gli esercizi utilizzati abbiano portato, assieme al miglioramento nelle prove di salto, anche un miglioramento nella flessibilità. Questo aspetto appare molto importante soprattutto alla luce di quanto precedentemente dimostrato da Guisard e Duchateau (2004), i quali osservarono una relazione positiva e statisticamente significativa tra guadagno di flessibilità e perdita di stiffness nel muscolo tricipite surale.

Come indicato in precedenti review (Rubini et al. 2007; Shrier 2004), questa discordanza di risultati può essere spiegata dai differenti metodi ed esercizi utilizzati e/o dall'assenza di informazioni riguardo l'attendibilità e la precisione delle metodiche scelte. Per il momento dunque possiamo solo affermare che, oltre al recente studio di Fletcher (2010), non ci sono altri studi che abbiano riportato miglioramenti delle performance relative ai test di salto, ma, al massimo, solo ad una situazione analoga a quella iniziale, prima dell'esecuzione dello stretching (nessuna variazione significativa) (Rubini et al. 2007; Magnusson e Renström 2006; Shrier 2004).

## EFFETTI ACUTI DELLO STRETCHING SU PERFORMANCE DI SPRINT

Sfortunatamente sono stati condotti pochi studi riguardanti l'effetto dello stretching su performance di sprint.

Nelson et al. (2005) hanno dimostrato che lo stretching ha un effetto peggiorativo su questa performance, sia che venga eseguito su entrambi gli arti inferiori, sia che venga eseguito solo sull'arto anteriore in fase di partenza che sull'arto posteriore in partenza. In maniera simile Stewart et al. (2007) hanno dimostrato come, in preparazione di una prova di sprint, il riscaldamento più efficace sia quello senza esercizi di stretching; nel loro studio infatti, introducendo gli esercizi di stretching nel riscaldamento, gli atleti esprimevano tempi sui 40 metri simili a quelli ottenuti senza riscaldamento.

Fletcher e Jones (2004) hanno invece confrontato gli effetti di diverse tipologie di stretching su sprint di 20 metri; questi ricercatori hanno osservato che lo stretching statico porta ad un peggioramento della performance, sia che venga eseguito in maniera passiva, sia che venga eseguito in maniera attiva; lo stretching dinamico invece portava ad un miglioramento dei tempi sui 20 metri di sprint; risultati simili sono stati ottenuti in uno studio successivo (Fletcher e Annes 2007), dove è stata indagata la performance sui 50 metri. Come scrivono gli stessi autori, uno dei motivi del successo dello stretching dinamico potrebbe essere legato al fatto che con questa metodica venivano eseguiti dei movimenti



che riproducevano l'azione di corsa. È stato infatti dimostrato che, sebbene lo stretching statico porti ad un aumento dei tempi in prove di sprint, tale effetto svanisce se, a seguito dello stretching, vengono eseguiti esercizi specifici in forma dinamica (Sim et al. 2009; Taylor et al. 2009), viceversa, se gli esercizi in forma dinamica vengono eseguiti prima dello stretching, la performance di sprint subisce un peggioramento (Sim et al. 2009). Inoltre un limite degli studi di Fletcher e Jones (2004) e Fletcher e Annes (2007) è dato dal mancato confronto con delle prove eseguite senza alcun esercizio di stretching precedente, come invece è stato fatto da Stewart et al. (2007).

Favero et al. (2009) hanno dimostrato che lo stretching, eseguito in preparazione di una prova di sprint, porta ad un innalzamento dei tempi, che è maggiore in quei soggetti che hanno un livello di flessibilità degli "hamstrings", maggiore.

Gli effetti negativi dello stretching (soprattutto quello statico) sulla performance di sprint possono essere spiegati da una diminuzione della stiffness muscolo-tendinea causata dallo stretching stesso (Ryan et al. 2009; Guissard e Duchateau 2004), la quale causa un ridotto ritorno elastico del ciclo stiramento-accorciamento e quindi un peggioramento di quei gesti sportivi, come lo sprint, che hanno una forte componente eccentrica (Fletcher e Jones 2004). È stato inoltre dimostrato che il decremento di stiffness è apprezzabile in maniera statisticamente significativa dopo sole 2 serie da 30 secondi di stretching (Ryan et al. 2009).

## EFFETTI CRONICI DELLO STRETCHING SU PERFORMANCE DI FORZA E/O POTENZA

Gli studi condotti sull'effetto cronico dello stretching sulla forza sono pochi. Alcuni di questi hanno registrato risultati positivi: Rees et al. (2007) hanno dimostrato che un programma di 4 settimane da 3 sedute settimanali di PNF riesce a migliorare il ROM, la forza isometrica massima e la stiffness muscolo-tendinea; Kokkonen et al. (2007), dopo un programma della durata di 10 settimane con 3 sedute settimanali da 40 minuti di stretching, registrarono un miglioramento statisticamente significativo della flessibilità, della forza esplosiva espressa nei test di salto in lungo da fermo e SJ, della velocità misurata su sprint di 20m, della forza massima di estensione del ginocchio e della forza resistente in estensione e flessione del ginocchio. Da altri studi