



Università degli Studi di Genova
Facoltà di Medicina e Chirurgia
Master I livello in
“Riabilitazione dei disordini muscolo scheletrici”
in collaborazione con libera Università di Bruxelles

**Lo stretching: metodologia, indicazioni e
limiti in ambito sportivo.**

Referente:
Davide Albertoni

Tesi:
Rocco Barbanera
2005/2006

Indice

- **Abstract**
- **Introduzione**
- **Stretching e flessibilità articolare**
 - ✓ Lo stretching incrementa il ROM?
 - ✓ Durata dell'effetto dello stretching
- **Meccanismo d'azione dello stretching**
 - ✓ Lo stretching allunga il muscolo?
 - ✓ Effetti dello stretching sulle strutture tendinee
 - ✓ Il tessuto nervoso nello stretching
- **Modalità di esecuzione dello stretching**
 - ✓ Posizionamento
 - ✓ Tenuta
 - ✓ Modalità
- **E' utile lo stretching nell'attività fisica?**
 - ✓ Influenza le performance muscolari?
 - ✓ Ruolo dello stretching nella prevenzione degli infortuni
 - ✓ Quali i fattori di rischio per lo sviluppo degli infortuni nello sport?
- **Conclusioni**

ABSTRACT

L'obiettivo di questo lavoro é quello di approfondire alcuni concetti relativi allo stretching muscolare, pratica diffusissima nel mondo della riabilitazione, dello sport e del benessere.

Come database per questa ricerca è stato utilizzato Medline, introducendo le seguenti parole chiave: *muscular stretching, muscular flexibility, prevention muscular stretching, muscular flexibility injury, flexibility prevention injury, warm up performance stretching, muscular stretching performance, muscular length injury, muscular tightness injury*. Tra i vari risultati ottenuti sono stati selezionati soltanto articoli basati su studi in esseri umani, pubblicati in lingua inglese dal 1990.

Lo stretching viene considerato in maniera unanime un valido strumento per l'incremento della flessibilità articolare. Nonostante ciò, non vi é accordo tra gli studiosi su quale sia il meccanismo che determini l' incremento del ROM. Lo stretching statico, con posizione mantenuta per trenta secondi, sembra la modalità più pratica ed efficace di allungamento muscolare. Gran parte della letteratura concorda nell'affermare che non vi sia, al momento attuale, ragione per considerare lo stretching uno strumento preventivo per gli infortuni nella traumatologia sportiva.

INTRODUZIONE

In questo studio si sono approfonditi, revisionando articoli di letteratura scientifica, vari aspetti riguardanti lo stretching. Si è valutato l'eventuale esistenza di una relazione tra allungamento muscolare ed incremento della flessibilità muscolare attraverso rilevazioni del ROM, prima e dopo vari protocolli di stretching (3,6,7,13,15,16,19,21,29, 33, 34, 36,37,38,40).

In un secondo tempo si è analizzato il meccanismo d'azione effettivo alla base dell'allungamento muscolare valutando la reazione dell'unità muscolo-tendinea (8,9,11,16, 18,28,32,36,40) e il coinvolgimento del tessuto nervoso (4,16,19,20).

Successivamente si è preso in considerazione la miglior modalità d'esecuzione possibile in termini di posizionamento (15,36), tempo di tenuta (3,36) e tecnica (6,13,33,34,36,38), relativamente ad alcuni distretti articolari.

Infine si è cercato di verificare l'utilità dello stretching nell'attività fisica sia come strumento di prevenzione degli infortuni (12,14,23,26,27,29,30,31) sia in relazione alle performance atletiche (6,34).

STRETCHING E FLESSIBILITA' ARTICOLARE

Lo stretching incrementa il ROM?

“Lo stretching è un termine generale usato per descrivere qualsiasi manovra terapeutica che abbia lo scopo di incrementare la mobilità dei tessuti molli e conseguentemente di aumentare il ROM allungando le strutture che si sono adattivamente accorciate e che sono diventate ipomobili con il tempo” (0). Questa è una delle definizioni più esaustive e complete, tra le tante presenti in letteratura, che fornisce lo spunto per approfondire il rapporto che c'è tra stretching ed incremento del ROM. La letteratura è pressoché unanime nell'affermare come lo stretching, nelle sue innumerevoli tecniche, sia in grado di incrementare il ROM (3,6,7,13,15,16,19,21,29, 33, 34, 36,37,38,40). La flessibilità viene definita come “il range di movimento disponibile di una o più articolazioni ottenuto da una contrazione muscolare attiva (flessibilità dinamica o ROM attivo) oppure attraverso un movimento passivo causato da una forza esterna (flessibilità statica o ROM passivo)” (3,33).

Alcuni studi (3,6,21) hanno documentato un incremento del ROM valutandolo sia nella sua componente attiva che passiva. Roberts (3) confrontando due diversi protocolli di stretching, uno con posizione mantenuta 5 secondi e l'altro 15, ha dimostrato come, dopo 5 settimane, in entrambi ci fosse stato un incremento significativo sia del ROM passivo (5 secondi : 5.7°; 15 secondi : 6 °; $P < 0,05$) che attivo (5 secondi : 4.9°; 15 secondi: 8.5°; $P < 0,05$) rispetto al gruppo di controllo (attivo: 0.3°; passivo: 0.6°). Marek (6), attraverso un confronto tra lo stretching statico e quello PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) nell'influenzare le performance muscolari, ha notato un incremento sia del ROM passivo (tecnica statica: +2.2°; PNF: +0.5°) che del ROM attivo (tecnica statica : +2°; PNF: +1.6°) statisticamente significativo ($P < 0.001$) per entrambe le tecniche. Anche Handel (21) ha osservato l'efficacia del PNF notando un incremento di entrambe le mobilità (attiva e passiva) a 4 e a 8 settimane dell'inizio del programma (Tabella1).

Inoltre altri Autori (34,35,38,40) hanno appurato incrementi del ROM attraverso la valutazione della massima ampiezza articolare raggiunta con una contrazione muscolare attiva (Rom attivo).

Table 1

Alcuni studi (13,19,29,33) invece, hanno dimostrato un incremento della mobilità, soltanto in termini di guadagno passivo. Winters (13), dopo due programmi di stretching attivo e passivo, ha registrato un incremento medio dell'estensione d'anca (a distanza di 6 settimane), rispettivamente di 12° e 13°, attraverso il Test di Thomas modificato. Anche i lavori di Halbertasma (19), Hartig (29), Bandy (33), pur utilizzando modalità e frequenza diverse di stretching, hanno messo in evidenza un incremento del ROM soltanto attraverso procedure passive.

Durata dell'effetto dello stretching

Spernoga (7) ha misurato la durata del incremento di flessibilità dei flessori di ginocchio dopo aver svolto un protocollo di stretching "hold-relax" modificato (stretching passivo di 7 secondi, contrazione massimale di 7 secondi contro resistenza manuale, rilassamento 5 secondi, stretching di 7 secondi; tutto ripetuto 5 volte). Le misurazioni del ROM sono state effettuate prima dello stretching, immediatamente dopo e con latenza di 2, 4, 6, 8, 16 e 32 minuti. La flessibilità è rimasta significativamente aumentata ($P < 0.05$), rispetto al gruppo controllo, fino al 6° minuto dopo la fine del programma, anche se già dal 2° minuto ha avuto inizio un parziale decremento del guadagno ottenuto.

Un altro lavoro (37), invece ha studiato come, dopo uno stretching statico (3 ripetizioni di 30 secondi), la muscolatura flessoria del ginocchio, mantenesse gli effetti nell'incremento del ROM nell'arco delle 24 h.

Il grafico mostra come l'incremento del ROM del gruppo "s" stretching immediatamente dopo la manovra si attestasse sui 13°-14° per poi diminuire significativamente (- 4.1°) dopo 15 minuti. L'Autore suggerisce che il ritorno delle componenti elastiche alla posizione di equilibrio e quello dei fluidi che erano stati "spremuti" durante lo stretching potrebbero giustificare il fenomeno. Con il trascorrere del tempo, i valori del ROM rimangono, quindi, pressoché costanti nell'arco delle 24 h e ciò ha fatto ipotizzare che questo tipo di stretching possa modificare la sensibilità posizionale dell'organo del Golgi tendineo, coinvolgendo le componenti elastiche in serie del muscolo. Questi due studi (7,37), suggeriscono come gran parte dell'incremento del ROM, si esaurisca in un arco temporale di pochi minuti e ciò da un'indicazione, in termini pratici, di come un lavoro di stretching debba essere svolto frequentemente, se si vuole mantenere una buona flessibilità articolare. Quest'idea viene confermata da un altro studio (40) che ha approfondito non solo la durata degli effetti a lungo termine ma anche cosa accade alla ripresa dello stretching dopo un periodo di interruzione dello stesso. Dopo 6 settimane di stretching si osservava un significativo ($p < 0.05$) aumento del ROM (da $143 \pm 11^\circ$ a $152 \pm 9^\circ$) ma non si manteneva il ROM guadagnato ($145 \pm 8^\circ$) durante le successive 4 settimane di pausa. La ripresa del programma di stretching, determinava quantitativamente lo stesso guadagno di ROM ottenuto nel primo periodo. Tali risultati ci suggeriscono come, in particolar modo per un atleta professionista, non sia di particolare beneficio interrompere e riprendere un programma di stretching se si vuole mantenere o migliorare la performance di flessibilità articolare.

MECCANISMO D'AZIONE DELLO STRETCHING

In questo capitolo si analizzerà l'effetto dello stretching in alcuni dei tessuti coinvolti: muscoli, tendini e sistema nervoso. Per meglio comprendere l'argomento si rende necessario definire preliminarmente due concetti: l'isteresi e la stiffness.

Quando un tessuto biologico (tendine, muscolo, legamento...) viene sottoposto ad un carico subisce una deformazione ed, avendo caratteristiche viscoelastiche, immagazzina una certa quantità di energia. Al momento della diminuzione del carico tensile, parte dell'energia accumulata viene poi dissipata sottoforma d'isteresi (9).

La stiffness (rigidità) rappresenta, invece, la resistenza offerta da un tessuto ad una forza che tende a deformarlo. Tale proprietà (39) viene calcolata con il rapporto tra il differenziale della forza applicata e quello della lunghezza ($\text{Stiffness} = \Delta F / \Delta L$).

Lo stretching allunga il muscolo?

Secondo il pensiero comune lo stretching determinerebbe un effettivo allungamento del muscolo ed un'implicita diminuzione della rigidità del tessuto. Una prima smentita di questa idea arriva attraverso lo studio di Willy (40) che mostra che sono sufficienti 4 settimane di interruzione del programma di stretching di 6 settimane, per perdere completamente i risultati ottenuti. Un periodo breve (4 settimane) non sarebbe comunque sufficiente a determinare un cambiamento strutturale così sensibile delle proprietà viscoelastiche del muscolo. E' molto più probabile, quindi, che alla base del preliminare incremento di ROM, ci sia piuttosto una mutata percezione dello stretching. Una conferma di tale possibilità, arriva dallo studio di Hamberg (18) che ha verificato gli effetti di un programma di stretching del retto femorale, sulla sensazione soggettiva e il ROM. Il trattamento

sperimentale consisteva in uno stretching passivo (2 x 20 secondi x4 giorni a settimana x 2 settimane) del retto femorale mentre il gruppo controllo effettuava, con la stessa frequenza e durata, lo stretching dei muscoli del polpaccio. Oltre alla rilevazione del ROM è stata effettuata una valutazione della sensazione soggettiva allo stretching ("Category Scale" According to Borg). I risultati testimoniano una sensibile diminuzione nel gruppo di trattamento della sensazione di stretching mentre una sostanziale uguaglianza nel gruppo controllo. Questo dato potrebbe suggerire che alla base dello stretching vi sia un meccanismo di adattamento sensoriale piuttosto che un cambiamento delle proprietà viscoelastiche del tessuto in questione. L'Autore (18) afferma come non sia ancora nota la fisiologia di questo presunto adattamento e concludono che potrebbero essere coinvolte le terminazioni nocicettive o i meccanocettori e propriocettori articolari. Quest'ultima ipotesi è stata, però, confutata da un recente lavoro di Larsen (4) che non ha trovato un effetto significativo dello stretching del quadricipite e dei flessori nel senso di posizionamento articolare del ginocchio.

Che lo stretching non agisca attraverso una diminuzione della stiffness muscolare viene confermato da un altro studio condotto da Klineg (28) che ha esaminato se un allenamento isometrico alla forza dei flessori di ginocchio eseguito da solo o insieme ad un programma di flessibilità potesse alterare le proprietà del tessuto muscolare. L'allenamento ha determinato, invece, dopo 13 settimane, un incremento della stiffness, e nonostante il programma di flessibilità, le proprietà viscoelastiche sono rimaste invariate.

GRAFICO figura 4

L'incremento osservato nella stiffness, nell'energia e nel Torque, non è stato influenzato, dal programma di stretching e ciò suggerirebbe che un allenamento alla forza è uno stimolo molto più forte dell'esercizio di flessibilità per alterare le proprietà biomeccaniche dei muscoli (28), e ciò sembrerebbe vero anche per i tendini (approfondimento capitolo successivo)(11).

Di parere opposto lo studio di Magnusson (16) che confrontando l'efficacia di due diversi protocolli di stretching (statico e tecnica PNF "contrazione-rilasciamento") ha notato come entrambi, oltre ad aver determinato un incremento del ROM, abbiano fatto diminuire il Torque passivo (rispettivamente del 18% e del 21%) senza un contemporaneo innalzamento dell'attività EMG. Ciò indicherebbe come il Torque passivo durante lo stretching non venga influenzato dall'attività EMG del muscolo e che quindi l'allungamento agisca sulle proprietà passive dell'unità muscolo tendinea. (dovresti motivare questi risultati contrastanti, che cosa puoi dire per giustificarla? Qual è il livello qualitativo di questi studi?)

In altro lavoro eseguito da Halbertsma (19), sottoponendo 10 soggetti a 5 serie quotidiane di stretching di 30 secondi per 4 settimane, non si sono rilevati cambiamenti né in acuto, né alla fine del programma, della curva che rappresenta la stiffness dei muscoli ischiocrurali. Il concomitante (significativo) incremento del ROM, dell'estensibilità muscolare e del massimo momento angolare rispetto al gruppo controllo conferma l'ipotesi che l'incremento del ROM dopo lo stretching sia dovuto ad un'alterazione della tolleranza allo stesso. Ciò dimostra come non vi sia necessariamente una relazione tra la stiffness muscolare e la flessibilità muscolare.

A parziale smentita di ciò c'è lo studio di Magnusson (32), che ha dimostrato come 5 serie di stretching statico di 90 secondi dei muscoli flessori di ginocchio diminuiscano la loro stiffness ($P<0.05$), l'energia ($P<0.01$) e Torque passivo ($P<0.0001$) e che tali variabili biomeccaniche ritornassero alla situazione iniziale, dopo circa un'ora. Ciò confermerebbe l'idea che lo stretching non alteri nel lungo termine la rigidità del tessuto muscolare ma che, forse, in acuto, l'incremento del ROM non sia soltanto dovuto all'alterazione sensoriale ma anche ad un allungamento strutturale del tessuto.

Effetti dello stretching sulle strutture tendinee

Lo studio di Kubo (9) ha valutato l'effetto di un programma di stretching statico nelle strutture tendinee umane in vivo, attraverso l'analisi delle proprietà viscoelastiche del tessuto: rigidità ed isteresi. Sette uomini sono stati sottoposti ad uno stretching statico nel quale la caviglia veniva passivamente dorsiflessa a 35° e mantenuta in tale posizione per 10 minuti. Attraverso la tecnica ultrasuonografica ed una serie di successivi calcoli si sono ricavati i valori della stiffness (rigidità), dell'isteresi del tendine del gastrocnemio mediale. Il programma di stretching ha diminuito significativamente sia l'isteresi che la stiffness (Quando? A breve termine, dopo pochi minuti e per pochi minuti oppure a lungo termine? E' determinante saperlo in confronto alle conclusioni del capitolo precedente). Questi dati suggerirebbero quindi che lo stretching sia in grado di determinare una diminuzione della viscosità della struttura tendinea (dato testimoniato da una riduzione dell'isteresi, Butler 1978) ed un incremento della sua elasticità (dovuto ad una diminuzione della stiffness stessa). Nel successivo studio (8), effettuato dagli stessi Autori, cambiando la modalità di stretching, si sono ottenuti risultati diversi. Eseguendo, infatti, due manovre quotidiane di stretching statico di 45 secondi del muscolo gastrocnemio, per 20 giorni consecutivi, non si sono ottenuti gli stessi risultati del precedente studio. Tale programma di stretching non ha prodotto cambiamenti significativi della stiffness ($p=0,621$) mentre ha diminuito, come nel precedente (9), l'isteresi ($-37\pm 22.2\%, P=0,009$). Un'ulteriore conferma di quest'ultimo fenomeno è stata indirettamente ricavata da un altro studio (11) attraverso il quale, Kubo et al. hanno voluto esaminare come e se le proprietà viscoelastiche della struttura tendinea venissero alterate con un allenamento alla resistenza eseguito da solo e in associazione ad un programma di stretching. Il gruppo RT ha effettuato per 4 giorni a settimana per otto settimane un programma di rinforzo isotonico dei flessori plantari, che prevedeva 10 ripetizioni per 5 serie; il gruppo RST invece, oltre all'allenamento sopradescritto ha aggiunto un programma di stretching (8), con frequenza bi-quotidiana dei flessori plantari (con quali tempistiche?). La stiffness del tendine del gastrocnemio è risultata aumentata del $18.8\pm 10.4\%$

($P=0.03$) per il gruppo RT e del $15.3\pm 9.3\%$ ($P=0.03$) per il gruppo RST (allenamento forza resistente + stretching), mentre l'isteresi, è diminuita ($17\pm 20\%$) solo nel gruppo RST ($P=0.09$), mantenendosi invariata in quello RT. L'ipotesi, quindi, che l'allungamento muscolare sarebbe in grado di determinare un cambiamento della viscosità del tendine, ma non dell'elasticità (8), sarebbe così confermata. Il meccanismo che è alla base della diminuzione dell'isteresi è sostanzialmente sconosciuto, anche se è stato ipotizzato (11) che alla base ci sia un cambiamento della struttura interna del tendine. Tale fenomeno potrebbe aver un'importante ricaduta clinica, visto che una diminuzione dell'isteresi significherebbe una minore dissipazione di energia in un ciclo di allungamento ed accorciamento e quindi un più efficiente riutilizzo dell'energia elastica accumulata dal tessuto, favorendone le performance durante l'attività fisica.

Il tessuto nervoso nello stretching

Alcuni studi (19,16,18) hanno mostrato come l'incremento del ROM ottenuto con un programma di stretching non sia accompagnato da cambiamenti meccanici della stiffness bensì da una aumentata tolleranza allo stretching. E' stato ipotizzato che alla base di questo fenomeno ci sia un ruolo importante delle terminazioni nocicettive o dei meccanocettori e dei propriocettori articolari (18). Larsen (4) ha confutato questa ipotesi dimostrando che non vi è un effetto significativo dello stretching nel senso di posizionamento articolare del ginocchio. Un diverso filone di ricerca, riguardante il presunto ruolo del tessuto nervoso nel meccanismo della tolleranza allo stretching, è stato affrontato da Voigt (20). L'autore ha elaborato uno studio per accertare quantitativamente se il ROM nell'estensione del ginocchio poteva essere influenzato dalla posizione a busto eretto (upright) e a busto flesso (stopping-slump position: effettua pensionamento del sistema neuroconnettivale), con l'aggiunta di una posizione neutra della caviglia e di una posizione di flessione dorsale massima. Il cambiamento di posizione dalla "upright" alla "stopping" in dodici soggetti su tredici ha determinato una diminuzione significativa sia del ROM passivo (-2.4° ; $P<0.01$) che del Torque (-1.2 Nm; $P<0.01$).

Figura 3, figura 4

La diminuzione del ROM, da “upright” a “stopping”, è risultata significativa per entrambi test sia in posizione neutra di caviglia che in massima dorsiflessione. Testando le due posizioni con la caviglia flessa si sono evidenziati maggiori cambiamenti sia del ROM (-3.4° ; $P < 0.001$) che del Torque (-2.3 Nm ; $P < 0.001$). Questa scoperta supporta la visione che l’allungamento del tessuto periferico del nervo giochi un ruolo importante nella tolleranza allo stretching (20).

L’osservato cambiamento dell’estensione del ginocchio, dopo aver incrementato la tensione del sistema nervoso (stopping-slump position), potrebbe essere in relazione o ad un generale incremento degli input sensoriali o ad una diminuita tolleranza allo stretching. In primo luogo appare plausibile che le afferenze neurali elicitate dall’allungamento midollo spinale, in combinazione con l’allungamento del sistema neuroconnettivale periferico, possano condurre ad una diminuzione del ROM senza dolore. In secondo luogo, il cambiamento della tolleranza potrebbe essere ascritto ad aspetti centrali della percezione del dolore: infatti la posizione a busto flesso tenderebbe ad isolare il soggetto rendendolo più sensibile alla percezione dolorifica (la frase finisce così? Manca il punto o anche qualche parte di testo? In che senso tende ad isolare il soggetto??)

MODALITA' DI ESECUZIONE DELLO STRETCHING

Posizionamento

Lo stretching statico dei flessori del ginocchio nella posizione in piedi è stato ampiamente indagato a differenza della stessa manovra statica da supino. Questa posizione è ampiamente utilizzata nella valutazione clinica dei pazienti, ma è stata ben poco approfondita per il suo utilizzo terapeutico nell' incrementare la flessibilità della muscolatura flessoria del ginocchio.

Per questo motivo, Decoster (15) ha voluto confrontato l'efficacia dello stretching dei flessori in orto e clinostatismo nell'incremento del ROM del ginocchio. Tutti i soggetti hanno eseguito 3 ripetizioni di 30 secondi a sessione per 3 volte a settimana per 3 settimane, di questi la metà dalla stazione eretta con il controllo della posizione del bacino, mentre gli altri da supino senza il suddetto controllo. L'incremento medio del ROM in estensione è stato rispettivamente di 9.4° per il primo e di 8.1° per quello per il secondo. Statisticamente,

l'incremento in estensione del ginocchio nei due gruppi è risultato pressoché identico ($P < 0.05$).

I risultati ottenuti inducono a pensare che uno stretching non controllato da supino è ugualmente efficace di uno stretching da in piedi supervisionato. Detto ciò sembrerebbe preferibile eseguire l'allungamento dei flessori del ginocchio da supino visto che è possibile farlo in maniera autonoma, senza bisogno di un aiuto esterno. Questa idea viene confermata dalla revisione sistematica sullo stretching dei flessori di ginocchio (36) che, tuttavia, sottolinea l'importanza della posizione pelvica nello stretching ortostatico.

Tenuta

Una delle più importanti decisioni che il Fisioterapista deve prendere al momento della scelta e dell'esecuzione di una manovra di stretching è quella relativa al tempo di tenuta. Dalla revisione sistematica di Decoster (36) emerge prima di tutto un basso livello qualitativo (PEDro score tra il 5 e il 6) dei quattro studi, rientrati nei criteri di inclusione ed in secondo luogo che nessuna tecnica si è mostrata, in maniera consistente, superiore alle altre. Sembra, comunque, che una singola manovra di stretching da 30 secondi sia la migliore scelta e che prolungando oltre il tempo di esecuzione non si abbia l'incremento di effetti positivi. (Quali effetti positivi? Quali sono i parametri analizzati??)

La diminuzione della durata della manovra, se compensata da un aumento delle ripetizioni, non sembra avere ripercussioni negative sull'efficacia di incremento del ROM passivo. Questo risulta anche da uno studio di Roberts (3) dove non si sono rilevate differenze significative effettuando 9 ripetizioni di stretching attivo da 5 secondi e 3 da 15 secondi. Se ciò si verifica nell'acquisizione del ROM passivo non si può affermare lo stesso per il ROM attivo dove lo stretching mantenuto per 15 secondi (3 ripetizioni) ha mostrato una maggiore capacità di incremento del ROM attivo rispetto a quello di 5 secondi (9 ripetizioni). L'Autore ritiene plausibile tale risultato, infatti, il gruppo di 15

secondi ha tempi di tenuta dell'allungamento muscolare (attivo) più lunghi, tali da determinare maggiori miglioramenti della forza muscolare, che si ripercuotono soltanto nella valutazione del ROM attivo e non di quello passivo.

Modalità

La modalità di stretching si riferisce alla forma o al modo nel quale **si effettua** la manovra: chi o che cosa applica la forza e se il paziente partecipa attivamente o meno alla manovra di stretching.

Decoster (36) revisionando la letteratura sullo stretching dei flessori di ginocchio constata primariamente la mancanza di un numero sufficiente di studi comparativi sull'efficacia delle varie tecniche e quindi l'impossibilità, per ora, di indicare quella più efficace. Dall'analisi degli articoli rientrati nei criteri d'inclusione, tutte le tecniche (attive, passive, PNF e ballistiche) sono state capaci di incrementare il ROM, non risultando alcuna significativamente superiore all'altra. Winters (13) nel suo lavoro ha confrontato due programmi di stretching dei flessori d'anca: uno passivo statico da 30 secondi e l'altro attivo da 30 secondi (per entrambi 10 ripetizioni al giorno). Sono state effettuate misurazioni del ROM all'inizio del programma, alla terza e alla sesta settimana. Nel gruppo dello stretching attivo l'incremento medio del ROM è stato di 12°, nell'altro di 13°. Non c'è, quindi, una differenza statistica significativa tra i due gruppi in ciascuna delle settimane di rilevazione. Dallo studio emerge che sia lo stretching passivo che quello attivo sono dei metodi efficaci per migliorare la flessibilità muscolare. Occorre, però, tener presente che a differenza di

tutti gli altri studi a riguardo (6,33,38), si sono scelti soggetti un infortunio agli arti inferiori, ritenuti dall'Autore dovuti ad una rigidità dei muscoli flessori d'anca (la costruzione italiana di questa frase è sbagliata, non si capisce nemmeno il concetto, da riformulare con soggetti e oggetti al loro posto).

Nello studio di Bandy (33) invece, 58 persone sono state divise in tre gruppi: un gruppo ha effettuato una tecnica attiva di stretching dei flessori di ginocchio (5 secondi estensione attiva, 5 secondi di tenuta in "end range", 5 secondi ritorno alla posizione iniziale; il tutto ripetuto per 5 volte a sessione); un altro gruppo effettuava una tecnica statica di stretching (1 ripetizione da 30 sec x sessione) e l'altro fungeva da controllo (nessun trattamento). I due gruppi di lavoro, a distanza di 6 settimane, hanno mostrato un significativo ($p < 0.05$) incremento della flessibilità (determinato dall'aumento dell'estensione del ginocchio) rispetto al gruppo controllo.

FIGURA 2

Dall'analisi dei dati, lo stretching statico sarebbe più efficace nell'incrementare la flessibilità rispetto a quella dinamico (circa tre volte tanto) e ciò è in netta controtendenza rispetto a quanto affermato da Winters (13). (Quindi? Chi ha ragione? Come puoi motivare questa tendenza opposta?) Webright (38) con il suo studio invece ha voluto di determinare l'efficacia dello stretching attivo eseguito in posizione "slump" da seduto (30 ripetizioni di flesso estensioni di ginocchio di 1 secondo), con lo stretching statico (1 ripetizione di 30 secondi). Dopo sei settimane di lavoro non sono emerse significative ($p < 0.05$) differenze tra i due gruppi. E' possibile, come sottolinea l'Autore, che la posizione "slump" di fatto limitasse la completa estensione di ginocchio non permettendo così il completo allungamento della muscolatura. Confrontando la tecnica di stretching PNF (hold relax: 5 secondi di contrazione isometrica massimale agonista e 30 di stretching agonista x 4 ripetizioni) e quella statica (30 secondi stretching statico x 4 ripetizioni), Marek (6) ha rilevato un sostanziale uguaglianza nel ROM (36,13,38) guadagnato sia per quanto

riguarda il ROM attivo che quello passivo. Analogo risultato è stato rilevato, nel confronto effettuato da Worrel (34) tra un'altra tecnica di stretching PNF(contract-relax-contract: 5 secondi di contrazione agonista, 5 secondi di riposo, 5 secondi contrazione antagonista, 5 secondi di riposo x 4 ripetizioni) e la tecnica statica (20 secondi x 4 ripetizioni).

Pur non essendosi manifestata una netta superiorità quanto ad efficacia, di una tecnica rispetto all'altra sembrerebbe preferibile sceglierne una statica , in considerazione sia della sua maggiore praticità di esecuzione che per la non necessaria presenza di un operatore .

E' UTILE LO STRETCHING NELL'ATTIVITA' FISICA?

Influenza le performance muscolari?

L'incremento delle prestazioni atletiche è uno dei principali obiettivi per gli atleti, gli allenatori e medici sportivi e, a tal proposito, i più grandi sforzi sono stati indirizzati al miglioramento delle tecniche di allenamento. Worrel (34) ha voluto approfondire la relazione tra aumento della flessibilità articolare ed incremento delle prestazioni muscolari, attraverso la rilevazione del picco di Torque isocinetico. A fronte di un guadagno del ROM articolare del 25.7% con PNF e del 21.3% con stretching statico (non statisticamente differente, $p > 0.05$) è stato rilevato un incremento medio del picco di Torque in contrazione eccentrica a 60°/sec ($p < 0.05$, +8.5%) e a 120°/sec ($p < 0.05$, +13.5%) e in concentrica a 120°/sec ($p < 0.05$, +11.2%). Inaspettatamente non vi è stata alcuna variazione del picco di Torque a 60 °/sec in concentrica e gli autori non sono in grado di spiegarne i motivi. Sembra, quindi che, qualora si incrementi la flessibilità dei flessori del ginocchio, anche le

loro prestazioni ne risentono positivamente, limitatamente, per ora, solo alla condizione isocinetica. Di diverso avviso Marek (6) che esaminando gli effetti a breve termine dello stretching statico e PNF nel ROM attivo e passivo nella flessione di ginocchio, ha voluto approfondire la capacità dell'allungamento muscolare di influenzare le performance in termini di picco di Torque (PT) e potenza media erogata (MP) del quadricipite. Il suo lavoro ha registrato un decremento del 2.8 % nella PT ($p=0.051$) e del 3.3 % nella MP ($P=0.041$) dopo aver effettuato lo stretching statico e PNF. Quindi entrambe le tecniche hanno determinato una diminuita capacità di erogare forza e potenza degli estensori del ginocchio durante la contrazione concentrica volontaria, sia a basse che ad alte velocità. Marek et al. ipotizzano che tale fenomeno possa essere dovuto o ad un'alterazione delle proprietà viscoelastiche dell'unità muscolo-tendinea o una diminuzione dell'attivazione dell'unità motoria (vista il concomitante decremento dell'ampiezza del tracciato EMG del muscolo dopo lo stretching). Pertanto, nonostante le valutazioni eseguite da Worrel (34) e Marek (6) non si può definire un bilancio definitivo circa il rapporto intercorrente tra lo stretching e la performance muscolare.

Ruolo dello stretching nella prevenzione degli infortuni

A dispetto del comune utilizzo dello stretching prima o dopo l'esercizio fisico come misura preventiva, non ci sono ancora delle chiare evidenze scientifiche a supporto di questa pratica. Anzi, la letteratura, per ora, sembra piuttosto propensa ad affermare che lo stretching non possa essere considerato un valido strumento per contrastare l'incidenza degli infortuni nello sport. Sono state effettuate delle revisioni sistematiche sul rapporto intercorrente fra stretching e prevenzioni infortuni tra le quali spiccano quella del 2001 di Yeung (23), del 2002 di Herbert (12) e del 2003 Weldon (14).

Yeung (23) dei 118 articoli ritenuti interessanti ne ha potuti utilizzare soltanto 12, i soli ad essere rispettosi dei criteri d'inclusione. In questi articoli presi in esame, complessivamente sono stati coinvolti 1994 partecipanti nei gruppi di terapia e 3159 nei gruppi controllo. Non si sono mostrate

evidenze chiare e statisticamente significative che lo stretching, svolto prima dell'attività, svolga un ruolo preventivo per gli infortuni dell'arto inferiore. Nella revisione di Herbert (12) sono stati inclusi soltanto due articoli, uno dei quali ha totalizzato 3/10 alla Pedro Scale e quindi non ritenuto accettabile. Dall'analisi dell'altro articolo (7/10 Pedro scale) emerge un decremento del 5% degli infortuni nel gruppo di reclute che effettuava lo stretching prima dell'attività fisica rispetto al gruppo controllo. Nonostante questo valore non possa essere considerato semplicemente un errore di campionamento, esso non è abbastanza grande per avere un'importanza pratica. Bisogna tener conto, infatti, che nelle reclute dell'esercito, era stato riscontrato un 20% di rischio d'infortunio nel corso delle 12 settimane del programma, perciò un decremento del 5% in termini relativi corrisponde all'1% di rischio assoluto. Ciò significa che cento persone hanno eseguito lo stretching per 12 settimane per prevenire un infortunio (se la diminuzione del rischio è stata costante) il che significa che un soggetto mediamente dovrebbe eseguire lo stretching per 23 anni per prevenire un infortunio! In maniera del tutto simile alle altre revisioni (23,12), anche in quella di Weldon (14), pur tenendo conto dell'eterogeneità e della scadente qualità degli studi selezionati, si conclude che lo stretching non sia in grado di ridurre l'incidenza degli infortuni. L'unico Autore che ha dimostrato una diminuzione significativa dell'incidenza degli infortuni (percentualmente scesa dal 29.1% al 16.7%) dopo un programma di stretching (dei flessori di ginocchio) è Hartig (29): il suo lavoro è tuttavia viziato da grossolani errori metodologici. Uno dei più evidenti è stato quello di considerare negli infortuni anche patologie come: fratture da stress, dolore femoro-rotuleo, fascite plantare, sindrome compartimentale anteriore che non si capisce che relazione possano avere con lo stretching dei flessori di ginocchio (Questa frase è tua oppure è citata da qualche autore? Non sono molto d'accordo che queste patologie siano così lontane da un'accorciamento dei flessori del ginocchio. Modificherei questa opinione con motivazioni meno forti basate su ragionamenti non approfonditi, potresti dire che forse ha effetto per l'incremento del ROM a lungo termine, non tanto dal fatto che lo stretching veniva eseguito prima dell'attività)

In altri studi si è cercato di capire se lo stretching in associazione con esercizi, potesse avere effetti positivi sull'incidenza degli infortuni. Van Mechelen (31) ha investigato gli effetti di un programma standard di riscaldamento, defaticamento e di stretching, nella riduzione dell'incidenza degli infortuni dell'arto inferiore in corridori amatoriali. A parità di frequenza di allenamenti (2.7 alla settimana) e di distanza percorsa ad ogni sessione (8.8 km) tra il gruppo intervento e quello controllo non si è registrata una differenza significativa nell'incidenza degli infortuni ($\chi^2=0.45$, $df=1$, $P>0.05$). Nel gruppo controllo sono stati calcolati 4.9 infortuni x 1000 ore di corsa (intervallo di confidenza 95%: da 3.6 a 8.0) e nel gruppo intervento 5.5 infortuni per 1000 ore di corsa (intervallo di confidenza 95 %: da 0.56 a 2.72).

Quali i fattori di rischio per lo sviluppo degli infortuni nello sport?

Alcuni lavori (26,27,30) hanno indirizzato le proprie ricerche per individuare i fattori di rischio intrinseci (ovvero riguardanti il soggetto e non l'ambiente) che favoriscono l'incidenza di un infortunio così da elaborare di efficaci programmi d'intervento.

Tyler (27) ha elaborato uno studio prospettico per determinare se la forza e la flessibilità giocano un ruolo nell'incidenza di infortuni degli adduttori e dei flessori di anca nei giocatori professionisti hockey della NHL (infortuni statisticamente più ricorrenti in questo sport). Prima delle stagioni agonistiche 1997-98 e 1998-99 tutti i giocatori hanno partecipato all'esame di screening con il rilevamento dei valori di forza e di flessibilità dei muscoli della gamba (adduttori, abduttori, flessori ed estensori d'anca). Durante i test d'inizio stagione, nei giocatori che nel corso dell'anno si sono lesionati l'adduttore, si era registrato mediamente un 18% in meno di forza rispetto a coloro che non si sono infortunati. ($p=0.021$)

Contrariamente, non si è registrata, nei test d'inizio stagione, una significativa differenza nella flessibilità dei muscoli adduttori tra i giocatori che poi si sono infortunati ($46.3^{\circ} \pm 10.3^{\circ}$) e i sani ($45.8^{\circ} \pm 11.0$). Inoltre negli stessi giocatori che sono incorsi in quest'infortunio non si è rilevata una significativa differenza di flessibilità tra la gamba infortunata ($46.3^{\circ} \pm 10.3$) e quella non infortunata ($46.3^{\circ} \pm 9.2^{\circ}$) ($p=0.69$). Lo stesso Autore constatato ciò, nel successivo studio (26) ha incluso in un programma di rinforzo degli adduttori (esercizi concentrici, eccentrici e funzionali), tutti i giocatori che presentavano un determinato deficit di forza degli stessi, da svolgere prima dell'inizio della stagione agonistica. Sei settimane di training hanno determinato una sensibile diminuzione dell'incidenza degli infortuni agli adduttori, passata da 3.2×1000 esposizioni (27) a 0.71×1000 ($p<0.05$).

Il lavoro effettuato da Tyler (27) nell'hockey, è stato trasposto da Witvrouw (30) nel calcio che ha provato a stabilire se una diminuita flessibilità dei muscoli dell'arto inferiore, valutata prima della stagione agonistica, poteva identificare i giocatori a rischio di una lesione. Prima dell'inizio del campionato Belga di calcio 1999/2000, sono state fatte misurazioni goniometriche su 249 giocatori professionisti, riguardanti la flessibilità dei muscoli flessori del ginocchio, del quadricipite, degli adduttori e del gastrocnemio.. Nell'arco della stagione sono state diagnosticate 67 lesioni muscolari: 31 dei flessori di ginocchio, 13 del quadricipite, 13 degli adduttori e 10 del gastrocnemio. La differenza osservata nei giocatori infortunati e non, nella flessibilità del quadricipite ($P=0.45$) e dei flessori di ginocchio ($P=0.02$) era statisticamente significativa. In contrasto con i dati appena citati, non è stata osservata una relazione la flessibilità degli adduttori (27) e del gastrocnemio e lo sviluppo di lesioni a loro carico. Questo studio, differentemente da quello di Tyler (27), tiene conto soltanto variabile "flessibilità" come potenziale fattore di rischio, tralasciandone altri che si potevano rivelare ugualmente importanti nella patogenesi dell'infortunio muscolo-scheletrico.

CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA