

Prevenzione degli infortuni nell'atleta
Efficacia di un protocollo di stretching
Revisione della letteratura

ABSTRACT

Background: lo stretching è una metodica largamente utilizzata, in particolare nell'ambito sportivo, anche se risulta ancora difficile raggiungere un consenso unanime sui suoi effetti e benefici.

Obiettivo: lo scopo di questa revisione narrativa è quello di determinare l'efficacia dello stretching nel ridurre l'incidenza degli infortuni sportivi, analizzando anche i suoi benefici sull'estensibilità muscolare e i suoi effetti sulle prestazioni sportive.

Materiale e metodi: la ricerca si è svolta sul database di PubMed, ottenendo inizialmente più di 4000 risultati. A questo punto sono stati utilizzati specifici criteri di inclusione ed esclusione, che hanno portato a considerare solo gli studi più recenti e di alta affidabilità. In conclusione, quindi, sono stati discusse 5 revisioni sistematiche e 2 studi randomizzati controllati (RCT).

Risultati: i risultati mostrano che gli sport andrebbero divisi in due gruppi, a seconda dei cicli di accorciamento ed allungamento (SSC). Le attività a basse frequenze di SSC, come nuoto o ciclismo, utilizzando soprattutto contrazioni concentriche, sfruttano in quantità minima la capacità dell'unità miotendinea di assorbire energia. Dall'altra parte negli sport ad alte frequenze di SSC, in cui la capacità di scorrimento dei tessuti è fondamentale, l'utilizzo di stretching permetterà un miglior trasferimento di forze tra muscolo e tendine. Lo stretching statico, praticato da solo prima dell'attività sportiva, è sconsigliato, per via dei suoi effetti negativi sulle prestazioni sportive. Questi effetti, però, diminuiscono se la durata dell'allungamento è minore di 60 secondi. L'utilizzo di stretching statico dopo l'attività è consigliato per via della sua capacità di prevenire l'effetto negativo del carico sui muscoli. Lo stretching dinamico, praticato prima dell'attività sportiva, è in grado di migliorare l'estensibilità muscolare, senza influenzare negativamente le prestazioni sportive. L'utilizzo del foam roller porta un miglioramento dell'estensibilità muscolare.

Conclusioni: nelle attività ad alte frequenze di SSC, lo stretching può essere utilizzato per ridurre il rischio di infortuni alle strutture muscolari e tendinee e per migliorare l'estensibilità muscolare.

INDICE

Introduzione

1. Presentazione tematica scelta.....pag.03
2. Motivazione personale.....pag.04
3. Obiettivo della tesi.....pag.04

Apporto teorico

1. Muscolo scheletrico
 - a. Struttura anatomica.....pag.06
 - b. Curva tensione-lunghezza.....pag.07
 - c. Modello a tre elementi.....pag.08
 - d. Viscoelasticità muscolare.....pag.09
 - e. Tipologia di fibre.....pag.10
2. Fisiologia della contrazione muscolare
 - a. basi neurobiologiche.....pag.11
 - b. riflesso miotatico.....pag.12
 - c. riflesso miotatico inverso.....pag.13
 - d. inibizione reciproca.....pag.14
 - e. tipologie di contrazione.....pag.14
3. Fisiopatologia delle lesioni muscolo-tendinee negli atleti
 - a. fattori di rischio.....pag.16
 - b. tipologie di lesione.....pag.16
4. Tipologie di stretching
 - a. stretching statico (meccanismi neurali e morfologici).....pag.17
 - b. stretching dinamico e balistico (meccanismi neurali e morfologici).....pag.19
 - c. stretching PNF (meccanismi neurali e morfologici).....pag.20
4. Modalità dello stretching
 - a. durata.....pag.22
 - b. intensità.....pag.23
 - c. frequenza.....pag.24
 - d. effetto della temperatura.....pag.24
 - e. differenze interpersonali.....pag.25

Metodologia

1. Strategia di ricerca.....pag.27
2. Sviluppo domanda di ricerca.....pag.27

Analisi degli articoli

1. Lo stretching nella prevenzione degli infortuni.....pag.28
2. Lo stretching statico.....pag.30
3. Lo stretching dinamico e balisticopag.31
4. Alternative allo stretching: il foam roller.....pag.32

Discussione

1. Ruolo dello stretching nella prevenzione.....pag.33
2. Quando eseguire lo stretching rispetto all'attività sportiva.....pag.34
3. Altre tecniche in grado di aumentare l'estensibilità muscolare.....pag.36

Conclusione

1. Risposta alla domanda di tesi.....pag.37
2. Proposta di protocollo personale.....pag.38

Bibliografia.....pag.40

INTRODUZIONE

Presentazione tematica scelta

Questo studio tratterà un argomento molto dibattuto su cui, ancora oggi, non si riesce ad ottenere un pensiero unanime: lo stretching.

In particolare, verranno analizzate le varie tipologie di stretching, cercando di identificare l'utilizzo più efficace di ognuna di esse e i loro possibili effetti benefici in ambito di prevenzione degli infortuni, di miglioramento dell'estensibilità muscolare e di prestazioni sportive.

Fin dai primi anni del suo utilizzo, è stato dato per assodato che praticare in maniera costante l'allungamento muscolare potesse giovare in vari modi al nostro corpo.

Per questo motivo è cominciato un utilizzo non sempre adeguato, in particolare in ambito sportivo, convinti a prescindere della sua capacità di prevenire infortuni e, di conseguenza, migliorare le performance.

A partire dagli anni '90, la ricerca scientifica ha cominciato ad indagare in maniera più approfondita l'argomento, mettendo in discussione le certezze di quei tempi e proponendo ai professionisti del settore, preparatori atletici e fisioterapisti, un'analisi più critica del loro operato.

Questo, naturalmente, non significa che lo stretching non debba più essere considerato, ma, al contrario, è necessario porre maggior attenzione su come viene eseguito e in quale momento.

Al giorno d'oggi, l'allungamento muscolare viene utilizzato da molti sportivi, sia professionisti sia dilettanti, poiché è una terapia che non presenta costi, è relativamente facile da somministrare e può essere eseguita in qualunque luogo.

In particolare, la situazione legata alla pandemia di Covid-19, ha fatto sì che la maggior parte delle attività sportive venisse sospesa, obbligando di fatto gli atleti ad allenarsi in autonomia.

Questo ha portato ad un utilizzo ancora maggiore dello stretching, così come di altre tecniche in autotrattamento, per cercare di prevenire o lenire eventuali dolori legati all'allenamento.

Per tutti questi motivi e, visto il suo ancora largo utilizzo, credo sia importante definire modi e tempi di questa metodica, in modo tale da poter ottenere i massimi benefici con il suo utilizzo.

Motivazione personale

Questo argomento mi sta particolarmente a cuore poiché, fin da bambino, sono cresciuto in ambienti sportivi, in particolare legati alla pallacanestro, dove la parola stretching veniva spesso citata, anche se con pareri discordanti.

Alcuni preparatori ed allenatori lo proponevano come panacea di ogni male, professando il suo ruolo certo nel prevenire infortuni e migliorare le nostre capacità motorie.

Altri lo sconsigliavano e lo vedevano come qualcosa di obsoleto, ormai superato e da sostituire con altre metodiche più efficaci.

In generale, credo che la confusione che si è venuta a creare negli anni sia legata ad una scarsa conoscenza delle evidenze scientifiche, ma anche dalla produzione della letteratura stessa.

Infatti gli studi in questo ambito hanno spesso risultati contrastanti e ciò ha contribuito a creare poca chiarezza attorno all'argomento.

Inoltre ho scelto questa tematica perché credo troppo spesso si cerchi di dare un giudizio complessivo sullo stretching, ignorando la sua complessità, data da molti aspetti, come ad esempio la metodica utilizzata, lo sport praticato, il momento dell'esecuzione e le caratteristiche dell'atleta.

Obiettivo della tesi

L'obiettivo primario di questa revisione narrativa è quello di raccogliere dati sull'utilizzo e l'efficacia dello stretching in ambito sportivo nel ridurre il rischio infortuni e migliorare l'estensibilità muscolare.

Per far ciò, verranno prima discussi i fondamenti anatomo-fisiologici alla base della metodica in questione, partendo dalla costituzione dell'apparato muscolo-scheletrico e la fisiologia della contrazione muscolare, per poi passare al contributo teorico sull'efficacia dello stretching e la descrizione delle sue tipologie.

A questo punto, verranno mostrate le evidenze presenti in letteratura riguardo alle metodiche di allungamento più utilizzate.

Sarà discusso il ruolo dello stretching nella prevenzione degli infortuni sportivi, cercando anche di evidenziare la possibilità che si verifichino effetti diversi a seconda della tipologia di sport praticato.

Poi sarà preso in considerazione l'allungamento statico, mostrando i suoi benefici e i suoi limiti a seconda che venga praticato prima o dopo l'attività fisica, ponendo l'attenzione anche sulla sua durata.

Si passerà, successivamente, all'allungamento dinamico e balistico, con i loro effetti sulla performance, per poi concludere con una possibile metodica alternativa a quella in questione: il foam roller.

APPORTO TEORICO

Muscolo scheletrico

Il tessuto muscolare rappresenta il 50% del peso corporeo di un adulto, risultando così la componente tissutale più abbondante nell'organismo umano.

Il muscolo ha la capacità di sviluppare forza, tramite un suo accorciamento, che permette di muovere un carico e produrre un lavoro meccanico.

Quasi tutti i tipi di movimento che si verificano nell'organismo sono effettuati tramite i muscoli: sia quelli più elementari, come camminare, correre e respirare, che quelli meno evidenti, ad esempio la propulsione del sangue nei vasi, il movimento oculare e l'espressione facciale.

In generale, possiamo considerare il muscolo come “motore biologico che produce un lavoro meccanico utilizzando l'energia chimica derivante dall'idrolisi dell'ATP” [11].

Nel corpo umano sono presenti tre tipologie muscolari: liscio, striato e cardiaco.

In questa trattazione si parlerà esclusivamente di muscoli striati, ovvero particolari strutture che devono il loro nome alla regolare organizzazione del materiale contrattile intracellulare e che possono essere attivati coscientemente attraverso il sistema nervoso centrale.

Struttura anatomica

Il muscolo è formato da una particolare struttura a foglietti: le singole fibre sono delimitate dalla membrana cellulare (sarcolemma) e di solito rivestite da uno strato sottile di collagene (endomisio), gruppi di fibre sono raccolti in fascicoli circondati da un altro strato di tessuto connettivo (perimisio), mentre il muscolo intero è inglobato in una robusta membrana connettivale (epimisio).

Le fibre muscolari terminano con una componente di tessuto connettivo elastico: l'insieme delle terminazioni di tutte le fibre va a formare il tendine, struttura elastica molto robusta attraverso cui la forza muscolare viene trasmessa alle ossa.

All'interno delle singole fibre, invece, è possibile distinguere le miofibrille, strutture quasi cilindriche contenenti elementi responsabili della contrazione e della caratteristica striatura.

Le miofibrille, a loro volta, sono formate da un insieme di strutture altamente organizzate, i sarcomeri, che costituiscono l'unità anatomico-funzionale del muscolo, ovvero la più piccola struttura in grado di sviluppare forza e accorciarsi.

Potremmo, perciò, definire i sarcomeri come un insieme di micromotori disposti in serie lungo la singola miofibrilla e in parallelo nelle diverse fibre: la forza totale deriverà dalla somma delle forze in parallelo, mentre l'entità dell'accorciamento dipenderà dai sarcomeri in serie.

Queste strutture presentano un'organizzazione molto ordinata e regolare costituita da due gruppi di filamenti posti in serie: spessi di miosina (proteina filamentosa, che presenta un'estremità globosa, la testa, una porzione intermedia, il collo, e una allungata, la coda) e sottili di actina (proteina filamentosa, con siti attivi per legarsi alla miosina); la loro interazione genererà l'accorciamento muscolare.

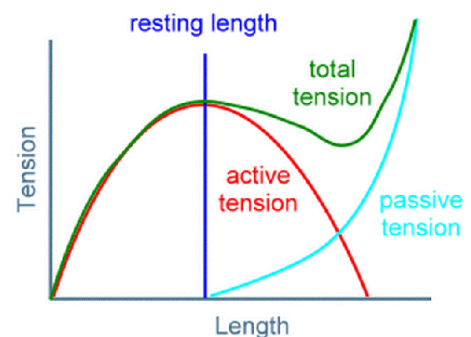
Nel sarcomero, inoltre, si identificano diverse proteine importanti, ma, su tutte, una è di particolare interesse per questo studio: la titina.

Essa presenta una parte con proprietà elastiche e, grazie a questa, mantiene la normale lunghezza del sarcomero a riposo, oltre ad essere responsabile della tensione passiva che si sviluppa con l'allungamento, focus di questo elaborato.

Infine, devono essere citate due ulteriori proteine: troponina e tropomiosina, di particolare interesse poiché formano un complesso denominato delle proteine regolatrici, in grado di controllare la contrazione.

Curva tensione-lunghezza

Se si effettua una dissezione del muscolo in condizione di riposo, esso si accorcia, raggiungendo una lunghezza definita di equilibrio: l'allungamento oltre questa lunghezza richiede l'applicazione di una forza.



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.rawtraining.eu%2Flavori-specifici%2Fcome-prevenire-gli-strappi-muscolari%2F&psig=AOvVawIbjNzgH-aDxXEEqR3j-5a3&ust=1633463039133000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCLjb2Z3CsfMCFQAAAAAAdAAAAABAD>

Quest'ultima, passiva, è dovuta principalmente alla distensione delle componenti elastiche connettivali presenti nel muscolo.

Perciò, risulta chiaro che muscoli con un contenuto di connettivo maggiore, come il gastrocnemio, necessiteranno di maggiore forza per essere allungati, rispetto ad altri, come semitendinoso e sartorio.

Nella singola fibra, invece, avendo pochissimo connettivo, la tensione passiva è molto ridotta ed attribuibile quasi esclusivamente al comportamento elastico della titina.

A questo punto, bisogna considerare anche la tensione attiva, la quale dipende a sua volta dalla lunghezza delle fibre muscolari, anche se il suo andamento è molto diverso dalla forza passiva.

La tensione attiva, infatti, è massima alla lunghezza fisiologica del muscolo, corrispondente alla completa sovrapposizione dei filamenti diversi, mentre diminuisce sia per lunghezze maggiori, poiché meno ponti actina-miosina possono interagire, che per lunghezze minori, dato che i filamenti di actina si sovrappongono.

La somma della tensione passiva, generata mediante allungamento del muscolo a riposo, e di quella attiva, sviluppata in risposta alla stimolazione, costituisce la tensione totale muscolare.

Modello a tre elementi

Le proprietà meccaniche più importanti del muscolo scheletrico possono essere descritte attraverso un modello meccanico semplice a tre elementi.

Il modello è formato da una componente contrattile (CC), una componente elastica in parallelo (CEP) e una componente elastica in serie (CES).

La CC rappresenta la “capacità del muscolo di accorciarsi e generare forza secondo la relazione forza-velocità” [11], ovvero al diminuire del carico applicato aumenta la velocità di accorciamento fino a che a carico zero ($P=0$) il muscolo si accorcia alla massima velocità.

La CEP rappresenta la “capacità del muscolo a riposo di sviluppare una tensione durante l'allungamento imposto” [11]: nel muscolo intero lo sviluppo della tensione passiva è dovuto soprattutto alla distensione delle membrane connettivali, mentre nelle singole fibre è attribuibile quasi esclusivamente alle proprietà elastiche della titina.

La CES, infine, rappresenta “l’elasticità della componente tendinea che si trova in serie con la componente contrattile” [11]; nella singola fibra è in parte attribuibile anche all’elasticità dei miofilamenti e dei crossbridge actina-miosina.

Viscoelasticità muscolare

La viscosità è una proprietà dei fluidi che descrive la loro resistenza a scorrere liberamente, mentre l’elasticità è una proprietà dei solidi che descrive l’abilità di tornare alla forma originale dopo essere stati deformati da una forza.

Ne risulta che la viscoelasticità è la somma di questi due comportamenti e presenta un’ulteriore importante caratteristica: è time-dependent, ovvero a seconda dell’arco di tempo in cui la forza sarà applicata al corpo, esso subirà una diversa alterazione delle sue caratteristiche tensive [16].

Perciò, ad esempio, una dorsiflessione lenta della caviglia produrrà minor forza rispetto ad un movimento rapido, ma anche maggior allungamento.

Il muscolo, così come molte altre strutture corporee, è formato da due componenti principali, importanti nella resistenza alla tensione data dal carico: collagene ed elastina.

Le proprietà meccaniche del collagene sono tali da poter definire ogni sua fibrilla come una molla, che permette di resistere alla tensione assiale.

Dall’altra parte le fibre di elastina possiedono le caratteristiche dei materiali elastici a basso modulo (low-modulus elastic materials), ovvero sono in grado di allungarsi facilmente se sottoposte ad un carico.

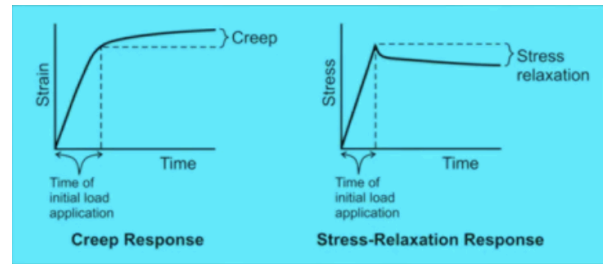
Queste strutture sono circondate da sostanza fondamentale, composta per la maggior parte da acqua e che fornisce le qualità viscosi al muscolo.

Per concludere è importante descrivere due importanti fenomeni legati alla viscoelasticità delle strutture corporee: la risposta di scorrimento (creep response) e la risposta tensione-rilassamento (stress-relaxation response).

La creep response indica la capacità delle strutture, in particolare legamenti e tendini, di incrementare nel tempo la loro lunghezza se sottoposte ad un carico costante [16].

La stress-relaxation response, invece, spiega il comportamento dei tessuti nel momento in cui sono sottoposti ad una deformazione costante: essi tenderanno ad allungarsi, come detto precedentemente, ma solo fino ad una certa soglia [16].

Superato questo livello, si osserverà una diminuzione della tensione, che tenderà a riportare il tessuto verso una lunghezza ideale, onde evitare lesioni causate da un'eccessiva elongazione.



<https://youtu.be/puFe0fHsCz0>

Tipologia di fibre

I muscoli scheletrici possono essere formati da due tipi diversi di fibre, che presentano caratteristiche strutturali e biochimiche molto diverse.

La differenziazione principale è relativa al diverso contenuto di mioglobina, una proteina in grado di legare l'ossigeno come l'emoglobina, ma con proprietà diverse, che le permettono di fornire un rapido apporto di ossigeno al muscolo in caso di necessità.

Il primo tipo di fibre sono quelle bianche, che esprimono le isoforme rapide della mioglobina, le quali permettono al muscolo di eseguire contrazioni veloci e potenti, a discapito della resistenza alla fatica.

Queste fibre non sono molto vascolarizzate, poiché hanno un metabolismo essenzialmente anaerobico, quasi indipendente dall'apporto di ossigeno, che utilizza la glicolisi come fonte energetica secondaria.

E' possibile ritrovare questa tipologia nei muscoli che sviluppano grande forza ma per periodi di attività relativamente brevi, come alcune catene muscolari della locomozione.

Il secondo tipo di fibre, invece, sono quelle rosse; a loro volta suddivise in lente e rapide.

Queste fibre dipendono fortemente dal metabolismo aerobico, poiché la loro velocità di contrazione e accorciamento è correlata con la loro capacità di idrolizzare l'ATP.

Quanto appena detto, le rende molto resistenti alla fatica e, per questo, sono presenti in prevalenza nei muscoli che necessitano un'attività prolungata nel tempo, come quelli posturali.

Fisiologia della contrazione muscolare

Basi neurobiologiche

“Fisiologicamente, la contrazione muscolare è controllata da una sequenza di eventi che possono essere riassunti come segue: potenziale d’azione nel nervo motore, liberazione del mediatore a livello della placca motrice, potenziale di placca, potenziale d’azione muscolare, accoppiamento eccitazione-contrazione e contrazione” [11].

Nello specifico accade che un motoneurone eccitato libera un particolare neurotrasmettitore, l’Acetilcolina (ACh), e permette l’ingresso del sodio nella cellula muscolare.

Questo fenomeno è definito depolarizzazione e, solo se la cellula viene sufficientemente depolarizzata, l’ACh riesce a legarsi ai recettori presenti sul sarcolemma.

Se si fissa una quantità sufficiente di ACh, nella fibra muscolare si genera un potenziale d’azione, il quale provoca la liberazione di ioni calcio (Ca^{2+}) dal reticolo sarcoplasmatico, struttura posta all’interno del sarcoplasma, ovvero il costituente citoplasmatico delle fibre muscolari, in cui sono immerse le miofibrille.

Il Ca^{2+} si lega alla troponina sul filamento di actina ed è la troponina stessa che rimuove la tropomiosina dai siti attivi, liberandoli e permettendo, così, alle teste di miosina di attaccarsi alla struttura dell’actina.

A questo punto si verifica la cosiddetta fase utile (power stroke), in cui la testa di miosina si inclina, tirando il filamento di actina e generando lo scorrimento.

L’azione muscolare, inoltre, richiede apporto di energia.

Per questo, la testa di miosina si lega ad ATP e ATPasi: l’attivazione di quest’ultima porta all’idrolisi di ATP, che fornisce l’energia necessaria alla variazione della conformazione strutturale delle teste e, quindi, a far avvenire la contrazione.

L’azione muscolare termina nel momento in cui il calcio viene restituito al reticolo sarcoplasmatico, luogo in cui, grazie all’energia fornita dall’ATP, viene nuovamente immagazzinato.

Per concludere possiamo riassumere il processo aggancio/sgancio in quattro fasi distinte: avvicinamento della testa della miosina all'actina, legame actina-miosina, colpo di forza (power stroke) e stato di rigor [14].

Riflesso miotatico

Il riflesso miotatico o di stiramento è un particolare riflesso spinale, ovvero un meccanismo involontario che si attiva in maniera rapida e sistematica in seguito a stimoli meccanici, ma che può anche essere modulato dal SNC, per adattarsi ad uno specifico compito motorio [15].

Questi meccanismi sono fondamentali per preservare l'integrità delle varie strutture corporee e far fronte a stimoli potenzialmente dannosi per l'organismo, ma anche per svolgere normali attività di vita quotidiana, come la deambulazione ed il controllo posturale.

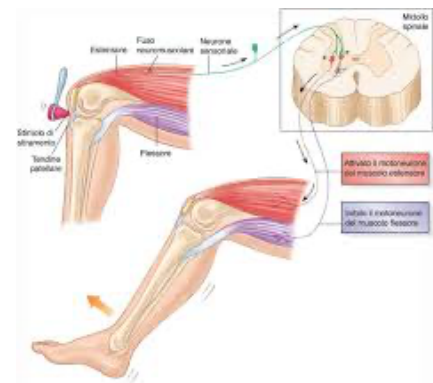
Il riflesso miotatico, in particolare, è mediato dai fusi neuromuscolari: particolari recettori presenti nel ventre muscolare, in grado di verificare la sua lunghezza e rispondere a sue variazioni improvvise, stimolando una contrazione del muscolo in allungamento.

I fusi presentano una capsula che permette di distinguere all'interno del ventre muscolare due tipologie di fibre: extrafusali (innervate da motoneuroni alfa) e intrafusali (innervate da motoneuroni gamma alle estremità e da terminazioni nervose libere al centro).

L'azione di queste particolari strutture si evidenzia nel cosiddetto riflesso patellare, in cui, a seguito di un urto a livello del legamento rotuleo, viene stimolato un allungamento repentino del quadricipite, che porta all'estensione della gamba tramite una contrazione riflessa.

Nello specifico accade che lo stiramento del muscolo determini l'attivazione dei fusi, grazie all'allungamento delle fibre extrafusali ed intrafusali, le quali, attraverso le loro terminazioni sensoriali, mandano un segnale nervoso al midollo spinale.

A questo punto nel midollo avvengono tre diverse connessioni:



<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.unica.it%2Funica%2Fprotected%2F222150%2F0%2Fdel%2Fref%2FMAT222145%2F&psig=AovVaW2IOmd2PMV3utTcc-5-M7qE&ust=1633464298872000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCMi92vDGsMCFQAAAAAdAAAAABAS>

- attivazione di un motoneurone alfa, che si dirige verso le fibre extrafusali del muscolo stimolato e ne determina l'accorciamento attraverso una contrazione involontaria
- attivazione di un motoneurone gamma, che innerva le fibre intrafusali dello stesso muscolo e ne consente una contrazione proporzionale a quella delle fibre extrafusali, in modo tale da mantenere sempre alta la sensibilità del fuso a variazioni di lunghezza del muscolo
- attivazione di un interneurone inibitorio, che stimola un motoneurone alfa diretto verso il muscolo antagonista di quello allungato, in modo tale da rilassarlo e facilitare il movimento complessivo

Riflesso miotatico inverso

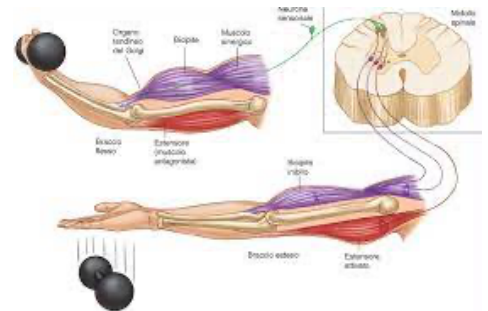
Un altro riflesso spinale estremamente importante è quello definito miotatico inverso, mediato dagli organi tendinei del Golgi.

Questi sono recettori localizzati a livello delle giunzioni tra fibre muscolari e tendinee, in grado di registrare la forza esercitata dal muscolo e determinare un rilassamento del muscolo coinvolto, nel caso in cui si verificano eccessivi aumenti di tensione [15].

Anatomicamente, gli organi del Golgi sono costituiti da terminazioni nervose libere intrecciate con le fibre di collagene dei tendini e, proprio grazie alla loro particolare posizione, sono in grado di rispondere ad un aumento della tensione meccanica, generata da una contrazione eccessivamente vigorosa del muscolo collegato.

Il segnale nervoso generato da questi recettori viene indirizzato verso il midollo spinale, dove vengono stimulate due diverse strutture:

- un interneurone inibitorio, il cui compito è quello di inibire il motoneurone alfa collegato al muscolo in questione, diminuendo la potenza della contrazione



https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.carlocapelli.it%2Ffp%2Fdidattica%2Fscienze_motorie%2FControllo%2520Motorio%2FControllo%2520Motorio%2520%252301.pdf&psig=AOvVaw2d3p_LTqS1bn1vAfuL51C3&ust=1633464721955000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRxqFwoTCMi087nIstMCFQAAAAAdAAAABAX

- un interneurone eccitatorio, il quale, collegandosi con il motoneurone alfa del muscolo antagonista, lo stimola, generando un movimento contrario nel segmento corporeo interessato, e frenando così la pericolosa contrazione iniziale

Inibizione reciproca

Il motoneurone alfa passa all'interno del midollo spinale dirigendosi verso il muscolo scheletrico e, durante il suo decorso, presenta una ramificazione che resta all'interno del midollo stesso, connettendosi ad uno specifico interneurone inibitorio: la cellula di Renshaw.

Questa piccola centrale di controllo prende contatto sia con lo stesso motoneurone da cui riceve informazioni, che con motoneuroni di unità differenti dello stesso muscolo, modulando così l'attività contrattile della zona interessata.

In questo modo la cellula di Renshaw, se stimolata eccessivamente, è in grado di autoregolare la contrazione muscolare, tramite un'inibizione dei motoneuroni con cui prende contatto.

Perciò il depotenziamento finale del muscolo sarà legato alla diminuzione della stimolazione da parte del motoneurone, oppure al minor numero di unità motorie attive.

Il meccanismo appena descritto prende il nome di inibizione reciproca e rappresenta un classico esempio di feedback negativo, che descrive la capacità di un sistema di autoregolarsi.

Tipologie di contrazione

Le fibre muscolari sono cellule eccitabili: ciò implica che rispondono ad una stimolazione producendo potenziale d'azione e, di conseguenza, una contrazione.

Si può dire che le prestazioni del muscolo, ovvero sviluppo di forza, accorciamento e produzione di lavoro meccanico, dipendano dalle condizioni in cui le fibre operano.

A livello sperimentale, è possibile distinguere due situazioni principali: contrazione isometrica e isotonica.

Nelle contrazioni isometriche, il muscolo attivato sviluppa forza ma senza accorciarsi.

Questa condizione si verifica spesso nella vita di tutti i giorni, nel momento in cui, ad esempio, si cerca di sollevare un oggetto troppo pesante, senza riuscirci, oppure quando si mantiene un peso sulla palma della mano.

Risulta chiaro che in queste situazioni il muscolo non sviluppa alcun lavoro verso l'esterno.

Il lavoro, infatti, è definito tramite il prodotto tra forza e spostamento (se avvengono lungo la stessa direzione): in condizioni isometriche lo spostamento del carico è nullo, di conseguenza anche il lavoro è pari a zero.

E' importante sottolineare che questo tipo di contrazioni sono fondamentali per il nostro corpo e, in particolare, per il mantenimento della postura.

In condizioni di equilibrio i muscoli antigravitari generano una forza pressoché costante, necessaria a vincere l'effetto della gravità sulla massa corporea, ma senza accorciarsi significativamente.

Nonostante non ci sia una produzione di lavoro, però, le fibre consumano ATP, ovvero energia, che verrà in parte dissipata sotto forma di calore.

Le contrazioni isotoniche, invece, si realizzano nel momento in cui un muscolo si accorcia generando una forza costante e, di conseguenza, anche lavoro verso l'esterno.

Va detto però, che questa condizione non è comune nella vita quotidiana, infatti a causa dell'interposizione delle leve ossee fra muscolo e carico, durante il movimento non si genera una forza costante, anche se il peso non cambia.

La contrazione isotonica è composta da due fasi ben distinte: una concentrica, in cui il muscolo subisce un accorciamento, e una eccentrica, nella quale le fibre sono sottoposte ad un allungamento.

In generale, durante la produzione di un movimento, i muscoli agonisti, preposti ad eseguire quel gesto, e antagonisti, responsabili del movimento opposto, agiscono in sinergia tramite questi due tipi di contrazioni, per ottenere la maggior precisione ed efficienza possibile.

L'ultima tipologia di condizione, che verrà citata in questo studio, è quella isocinetica, in cui, grazie a specifici macchinari, si produce un movimento senza variazione di velocità.

Fisiopatologia delle lesioni muscolo-tendinee nell'atleta

Fattori di rischio

Le lesioni dei tessuti muscolari e tendinei sono molto frequenti negli sport e si verificano spesso a causa di un sovraccarico di queste strutture.

E' possibile identificare due gruppi di fattori che possono aumentare il rischio di lesioni:

- intrinseci: carenza di allenamento, affaticamento muscolare, squilibrio tra muscoli agonisti ed antagonisti, ridotta estensibilità muscolare
- estrinseci: condizioni climatiche (freddo), condizioni ambientali (terreno di gioco non idoneo)

Tipologie di lesione

Le lesioni muscolari possono essere causate da un trauma diretto o indiretto: il primo si riscontra maggiormente negli sport di contatto (basket, calcio, football), mentre il secondo spesso si verifica in sport individuali (tennis, atletica).

Le lesioni da trauma diretto sono suddivise in tre gradi diversi:

1. grado lieve: consentita oltre la metà del movimento
2. grado moderato: consentito meno della metà, ma più di 1/3 del movimento
3. grado severo: consentito meno di 1/3 del movimento

Le lesioni da trauma indiretto possono esser classificate in base ai livelli anatomo-patologici di gravità:

1. I grado: rottura di poche fibre muscolari
2. II grado: rottura di un buon quantitativo di fibre muscolari
3. III grado: interruzione totale del ventre muscolare

Le lesioni tendinee, in particolare dei tendini d'Achille e quadricipitale, si verificano più frequentemente in sport che richiedono accelerazioni e cambi di direzione, come basket, calcio, tennis e football.

Tipologie di stretching

Stretching statico

Lo stretching statico comporta l'allungamento di un muscolo, fino a raggiungere una sensazione di tensione o un punto di fastidio, per poi mantenere la posizione durante un determinato periodo di tempo.

Questa metodica si divide a sua volta in due sottogruppi: stretch passivo, in cui l'allungamento viene ottenuto per mezzo di una forza esterna (es. un'altra persona), e stretch attivo, nel quale si utilizza la contrazione di un muscolo per raggiungere lo stiramento desiderato [22].

Lo scopo primario per cui questa tecnica viene generalmente utilizzata è il miglioramento del ROM (Range Of Motion), ovvero i gradi di libertà permessi da una specifica articolazione.

Prima di analizzare gli studi a conferma o smentita di questa teoria, saranno mostrati i meccanismi neurali e meccanici che potrebbero spiegare l'effetto in questione.

Per prima cosa, va detto che per migliorare temporaneamente il ROM, non è strettamente necessario fare allungamento: riscaldare muscoli e tendini aumenterà facilmente l'elasticità dei tessuti.

Ciò avviene grazie ad un meccanismo definito tissotropia: in seguito all'esposizione ad uno stressor, i fluidi tendono a diventare meno viscosi e, nel momento in cui quello stress viene superato, sarà necessario un certo periodo di tempo per far sì che il corpo torni al suo stato originale.

Fisiologicamente sappiamo che la contrazione muscolare non è molto efficiente, poiché una buona parte dell'energia viene dissipata sotto forma di calore.

L'incremento della temperatura dei tessuti molli permette una diminuzione della viscosità dei fluidi intra ed extracellulari, che condurrà ad una minor resistenza al movimento e, quindi, ad un ROM temporaneamente maggiore [22].

Gli effetti dello stretching statico sulla flessibilità muscolare, però, tendono a permanere nel tempo, per questo non sono completamente spiegabili tramite il meccanismo della tissotropia.

A questo punto va introdotta un'altra teoria, che mette in relazione componenti fisiologiche e psicologiche: l'aumento della tolleranza allo stiramento.

L'aumento del ROM sarebbe in prevalenza attribuibile a delle variazioni nella sensibilità delle terminazioni nervose nocicettive, che porterebbero gli individui a sopportare maggior tensione.

Questa ipotesi è sicuramente valida, ma non prende in considerazione altri meccanismi neurali e meccanici che avvengono nel muscolo in allungamento statico.

Infatti, durante lo stretching, si verifica una diminuzione sia del riflesso miotatico inverso, che di quello da stiramento, anche se il primo dei due subisce un'inibizione decisamente maggiore.

Al termine dello stimolo, però, la situazione cambia: il riflesso inverso ritorna subito alla normalità, mentre quello da stiramento rimane depresso.

Risulta chiaro, quindi, che tra organi tendinei del Golgi e fusi neuromuscolari, siano solo i secondi ad avere un ruolo nel miglioramento del ROM nel lungo periodo.

Per quanto riguarda altre strutture nervose, le cellule di Renshaw non sembrerebbero essere realmente coinvolte nei meccanismi dello stretching statico, mentre le fibre dei nervi cutanei potrebbero contribuire al miglioramento della flessibilità [22].

In conclusione, discuteremo le strutture anatomiche che limitano il nostro movimento e su quali possiamo agire tramite l'allungamento statico.

I legamenti sono composti da un resistente tessuto fibroso, che permette di collegare due ossa differenti e stabilizzare le articolazioni, prevenendo movimenti potenzialmente dannosi.

Per questo motivo, tranne in casi particolari (es. ginnasti), lo stretching non si pone come obiettivo quello di allungare i legamenti.

Il discorso è diverso per i tessuti tendinei e fasciali, in cui lo stress meccanico indotto dallo stretch aiuterebbe a costruire la matrice, rendendola più forte e resistente a possibili danni.

I nervi presentano una percentuale massima di allungamento, posta tra il 6% e il 20%, oltre la quale potrebbe verificarsi la rottura della struttura.

Durante un normale stretching, però, questo rischio è molto basso: i nervi vengono stirati solo se posti in direzione rettilinea, mentre in condizioni di riposo presentano un decorso ondulato attraverso altri tessuti, che li protegge.

Il focus maggiore dell'allungamento sono, naturalmente, i muscoli, nelle loro componenti intra ed extracellulari.

Le miofibrille, grazie alle proprietà della titina, possono raggiungere il doppio della loro lunghezza a riposo senza subire danni, mentre la matrice extracellulare presenta una particolare proteina elastica, la fibronectina, che può condurre ad un allungamento fino a quattro volte la condizione iniziale.

Quindi, per concludere, possiamo dire che le strutture su cui l'allungamento statico si concentra e che permetteranno un reale miglioramento del ROM sono muscoli, tendini e fascia.

Stretching dinamico e balistico

Lo stretching dinamico utilizza movimenti controllati all'interno del ROM di una o più articolazioni; due classici esempi potrebbero essere l'oscillazione avanti e indietro di una gamba oppure delle circonferenze con le braccia.

La metodica balistica, invece, sfrutta movimenti attivi ad alta velocità associati a dei rimbalzi alla fine del Range Of Motion.

L'allungamento dinamico spesso viene utilizzato prima delle attività sportive per aumentare la flessibilità articolare ma, a differenza di quello statico, i meccanismi fisiologici alla base di questo effetto vengono trattati in un numero molto limitato di studi.

Possiamo comunque dire che gli organi tendinei del Golgi non svolgono un ruolo importante, poiché questa metodica comporta contrazioni muscolari submassimali, che non portano allo stiramento dei recettori.

Un meccanismo che si attiva durante lo stretching dinamico, invece, è l'inibizione reciproca.

Il movimento sequenziale degli arti potrebbe contribuire ad un aumento momentaneo del ROM, che, però, non riuscirebbe a perdurare durante l'attività successiva.

A differenza di altre tipologie di allungamento, in questa non vengono mantenute delle posizioni per un periodo prolungato, motivo per cui non si verificherebbe un aumento della tolleranza allo stiramento.

L'effetto tissotropo sembrerebbe essere il principale responsabile nel miglioramento della flessibilità: il ripetersi di cicli di contrazioni muscolari porta alla dissipazione di calore e, quindi, ad una diminuzione della viscosità tissutale [22].

Per quanto concerne lo stretching balistico, la letteratura sembra essere d'accordo sul fatto che non produrrebbe un reale incremento del ROM, mentre potrebbe condurre ad infortuni se i muscoli non sono stati attivati adeguatamente in precedenza.

L'associazione di movimenti così rapidi e rimbaldi a fine range, produce un grande forza tensiva in un piccolo lasso di tempo, che, a sua volta, impedisce il verificarsi delle risposte di scorrimento e tensione-rilassamento (creep and stress-relaxation response) [22].

Stretching PNF

Lo stretching PNF (Facilitazione Propriocettiva Neuromuscolare) è una particolare tecnica che combina allungamento statico e contrazioni isometriche e presenta due varianti maggiormente utilizzate.

La prima utilizza lo stretching statico seguito immediatamente da una contrazione isometrica del muscolo allungato e da un ulteriore stretch del muscolo target (CR).

Nella seconda, invece, viene aggiunta la contrazione del muscolo agonista a quello in allungamento, subito prima della seconda fase di stretch (CRAC).

Anche questa metodica viene utilizzata largamente per ottenere un incremento del ROM, con risultati spesso dibattuti.

I meccanismi fisiologici alla base di questo effetto sono sempre quelli discussi precedentemente, ma con delle differenze rispetto alle altre metodiche.

La tecnica PNF sembrerebbe avere un grande effetto sulla tolleranza allo stiramento, poiché le contrazioni isometriche producono una distrazione mentale (mental distraction) che permette di tollerare una maggior tensione delle fibre.

L'alternarsi di allungamento e contrazioni, inoltre, produce il noto effetto tissotropo che, a differenza delle altre tipologie di stretching, porta ad un'importante diminuzione della rigidità sia muscolare che tendinea.

I meccanismi neurali, come ad esempio l'inibizione dei riflessi spinali, potrebbero avere un ruolo, anche se sappiamo che gli effetti sul riflesso miotatico inverso non si mantengono nel tempo e, perciò, portano ad un incremento del ROM solo durante l'allungamento.

La depressione dell'attività dei fusi neuromuscolari, invece, potrebbe durare abbastanza da generare un effetto positivo sulla seconda fase di stretch, successiva alla contrazione isometrica [22].

Modalità dello stretching

Durata

Quando si parla di stretching un grande punto di dibattito che si presenta è quello relativo alla durata ideale dell'allungamento.

Spesso viene data molta importanza a questo particolare, con i professionisti che si dividono su tempistiche molto diverse fra loro; ma sarà realmente una specifica così determinante?

Roberts e Wilson hanno pubblicato uno studio in cui mostravano come un singolo allungamento di 5 secondi potesse migliorare il ROM, ma anche che mantenere lo stretch per 15 secondi apportava risultati migliori [10].

Quindi, si può già notare che anche allungamenti minimi in termini temporali possono portare benefici ai tessuti molli, mentre si può discutere su quello che sia l'arco di tempo migliore in assoluto per ottenere l'aumento del Range Of Motion.

Bandy e Iron, nel loro studio, suggeriscono che 30-60 secondi di stretching statico siano più efficaci di soli 15 secondi di lavoro [20].

Chan e colleghi, invece, concludono che i risultati migliori si ottengano tramite stretching che durino più di 30 secondi, senza indicare una durata massima [12].

Nel 2009, poi, Ryan e colleghi hanno mostrato che per diminuire significativamente la tensione muscolotendinea dei flessori plantari erano necessari due allungamenti statici di 30 secondi ciascuno [5].

Perciò possiamo concludere dicendo che non è necessario protrarre gli esercizi di stretching per tempi molto lunghi: 30-60 secondi è la durata che permette risultati migliori, anche se già con pochi secondi si ottengono dei risultati positivi.

Se volessimo relazionare queste tempistiche ad un periodo più lungo di lavoro, potremmo utilizzare la meta-analisi di Thomas et al., in cui si raccomanda una durata minima dell'allungamento di 5 minuti a settimana per gruppo muscolare [21].

Intensità

L'intensità è, a mio parere, una delle specifiche dello stretching che viene presa meno in considerazione, anche se ha più importanza rispetto a molte altre.

Il dottor Alter descrive il meccanismo che si cela dietro un programma per la flessibilità dicendo che “quando il corpo è stimolato regolarmente, attraverso un protocollo di stretching ad intensità crescente, oltre il suo livello di omeostasi, risponderà con una maggior capacità di allungarsi” [17].

Sebbene la descrizione sia particolarmente precisa, a questo punto è bene domandarsi se sia necessario raggiungere il limite elastico dei tessuti per ottenere cambiamenti plastici, ovvero semi-permanenti, nella flessibilità oppure se basti uscire dall'equilibrio corporeo (omeostasi).

In letteratura sono presenti numerosi studi, fra cui uno particolarmente interessante del 2006, in cui è stato mostrato come allungamenti ad intensità submassimale producano benefici sul ROM simili a quelli ottenuti tramite stretch vicini al massimo punto di dolore [9].

Questo ci fornisce già un'idea sul fatto che non sia necessario portare le strutture in posizioni di tensione esagerate, come spesso si vede in ambienti sportivi.

Fisiologicamente, allungarsi fino a sentir dolore potrebbe essere addirittura controproducente: una tipica risposta a queste situazioni è quella di contrarre i muscoli agonisti ed antagonisti per proteggere il corpo da possibili insulti.

Si otterrebbe, quindi, una contraddizione: mentre l'individuo sta cercando di allungare i tessuti, il sistema nervoso centrale cerca di accorciare le fibre.

Altri studi che indagano l'intensità ottimale dello stretching sono quelli di Laban e Sun et al., nei quali sono stati messi in relazione allungamenti ad alta forza e bassa durata, con quelli a bassa forza e lunga durata.

Dai loro risultati si vede che i primi promuovono la deformazione elastica dei tessuti, i quali ritornano dopo poco alla loro lunghezza originale, mentre i secondi portano a cambiamenti plastici della lunghezza, che permangono nel tempo [4,23].

Quindi possiamo concludere che intensità submassimali, in cui non si percepisca dolore, mantenute per tempi adeguati siano le più consigliate nel momento in cui si pratici lo stretching.

Frequenza

Lo stretching andrebbe praticato tutti i giorni oppure a giorni alternati?

Purtroppo rispondere al quesito è più difficile di quanto si pensi, per via dei pochi studi presenti in letteratura a riguardo; per questo motivo potrebbe essere utile analizzare prima un'altra tipologia di training, ovvero quello di forza.

In questa tipologia di allenamento, il riposo riveste un ruolo fondamentale, per questo si tende a non allenare gli stessi gruppi muscolari per più giorni di fila.

Senza un periodo di recupero sufficiente (di solito 48-72 ore), il muscolo continuerà a promuovere la degradazione proteica piuttosto che la sintesi, portando ad una diminuzione di forza e ipertrofia.

Nello stretching, però, la situazione è differente: di solito non vengono interessati metabolismo proteico o riserve di glicogeno, quindi non sarebbero necessari periodi di riposo prolungati.

Potremmo dire, perciò, che eseguire allungamento tutti i giorni non produce effetti negativi, anche se, in caso di programmi estremi di flessibilità (ginnasti, danzatori), sarebbe consigliato inserire giornate di riposo.

Se volessimo definire una frequenza ideale, potremmo analizzare nuovamente lo studio di Thomas e colleghi, in cui hanno evidenziato risultati migliori quando lo stretching veniva praticato per almeno 5 giorni alla settimana [9].

Effetto della temperatura

In letteratura sono presenti molti studi in cui vengono affrontati gli effetti della temperatura sulla flessibilità muscolare, ma spesso presentano risultati molto contrastanti; per questo motivo, tratteremo l'argomento in questione solo da un punto di vista teorico.

Assicurarsi che il corpo sia in una condizione di ipertermia, ovvero ad una temperatura maggiore rispetto a quella omeostatica, può essere molto importante per raggiungere i risultati sperati.

Infatti, come visto anche in precedenza, la produzione di calore nel tessuto muscolare genera l'effetto tissotropo, il quale porta alla diminuzione della viscosità tissutale e ad una miglior deformazione plastica.

Quindi potremmo dire che prima o durante le pratiche di stretching sia consigliabile eseguire un adeguato riscaldamento.

Dall'altra parte, bisogna considerare anche il possibile effetto positivo della crioterapia associata all'allungamento.

Diminuire la temperatura corporea, almeno localmente, produce un effetto anestetico, che potrebbe permettere all'individuo di aumentare la sua tolleranza allo stiramento.

Va detto, però, che questo non è l'unico fenomeno che si verifica durante la crioterapia: la privazione di calore porta anche a vasocostrizione e ad un aumento della viscosità tissutale. Possiamo, perciò, concludere dicendo che gli effetti della privazione del calore associata allo stretching non sono ancora del tutto chiari e, per questo, serviranno ulteriori studi per comprendere meglio l'argomento in questione.

Differenze interpersonali

Quando si parla di modalità dello stretching e, più in generale, degli effetti di questa metodica è bene tenere in considerazione le differenze, riguardanti sesso, età e genetica, tra gli individui.

Solo così, infatti, potremo avere delle aspettative reali e un quadro più generale sulla popolazione.

Il genere femminile tende ad avere una flessibilità maggiore rispetto a quello maschile: ciò avviene grazie a delle differenze anatomiche ed endocrine, che rendono le donne molto più facilitate nel raggiungimento di ROM ampi.

In particolare le donne presentano livelli inferiori di massa muscolare, associati ad angoli geometrici, come quelli di pelvi e torace, più ampi, che consentono maggior libertà di movimento.

Inoltre la concentrazione più bassa di fibre collagene nel tessuto connettivo permette una maggior compliance dell'unità muscolo-tendinea e, di conseguenza, un miglior scorrimento tissutale [22].

Per quanto riguarda le differenze di età, è abbastanza noto che gli adulti tendono ad aver minor flessibilità rispetto ai ragazzi più giovani.

Si potrebbe pensare che ciò sia dovuto esclusivamente all'invecchiamento, ma, in realtà, gli studi ci dicono altro.

In particolare un lavoro di Ferber e colleghi ha mostrato non solo che gli incrementi di flessibilità, successivi ad un programma di stretching, non variano a seconda dell'età, ma anche che adulti allenati presentano ROM maggiori rispetto a coetanei più sedentari [7].

Questi risultati hanno portato i ricercatori ad affermare che sia l'inattività ad alterare la sintesi e degradazione del tessuto connettivo, portando ad una minor elasticità, piuttosto che il solo invecchiamento.

Le stesse conclusioni si possono trarre anche considerando le differenze tra bambini (5 anni) e ragazzi in età pre-puberale (12 anni).

La diminuzione di flessibilità che si verifica in questi anni sarebbe comunque dovuta a livelli minori di attività, conseguenti al tempo speso seduti a scuola o a casa.

Tener conto di questi argomenti credo sia estremamente importante, soprattutto in questo periodo storico, in cui la maggior parte delle persone e, in particolare i bambini, sono stati costretti in quarantena, a causa delle restrizioni per limitare la diffusione della pandemia da Covid-19.

Infine vorrei citare una revisione di Bouchart, in cui sono stati indagati gli effetti del DNA sulla flessibilità: anche per questo argomento, gli studiosi sottolineano come i livelli di attività e la quantità di stretching praticato siano molto più rilevanti rispetto al patrimonio genetico [13].

METODOLOGIA

Strategia di ricerca

Per effettuare questa revisione narrativa sono stati presi in esame articoli provenienti dalla banca dati scientifica di Pubmed, utilizzando parole chiave e indicatori booleani.

Sono partito dalla ricerca delle parole stretching AND sport, ottenendo più di 4 mila risultati; a questo punto ho approfondito l'analisi cercando stretching AND sport AND prevention, stretching AND sport AND performance e dynamic stretching AND static stretching AND sport.

Poi ho utilizzato i criteri di inclusione ed esclusione presenti nella banca dati, per ottenere gli studi più recenti e di alta affidabilità, che avessero anche il full text gratuito.

Dai risultati ottenuti ho selezionato un totale di sette articoli, di cui cinque revisioni e 2 studi randomizzati controllati, che hanno soddisfatto i criteri appena elencati.

Sviluppo domanda di ricerca

Un quesito di ricerca ben fatto facilita l'analisi della letteratura scientifica e aiuta a determinare se questa possa essere utile nel rispondere al quesito stesso.

Per questo motivo ho utilizzato il modello di ricerca P.I.C.O., che risulta essere estremamente utile per le revisioni della letteratura.

La "P" sta per popolazione o problema preso in esame, nel mio caso ci occuperemo di atleti sia professionisti che amatoriali, che non siano infortunati.

La "I" sta per intervento e definisce il provvedimento sanitario applicato ai soggetti in analisi; nel nostro caso lo stretching.

La "C" sta per confronto: in questo studio verranno comparate varie metodologie di stretching, con particolare attenzione a quello statico e dinamico.

La "O" sta per outcome e determina ciò che si vuole valutare; nel mio caso prenderò in considerazione come outcome primario la prevenzione degli infortuni (numero infortuni) e come outcome secondario l'estensibilità muscolare (ROM, sit and reach).

ANALISI DEGLI ARTICOLI

Lo stretching nella prevenzione degli infortuni

Il primo outcome che verrà discusso in questo progetto è la capacità dello stretching di prevenire gli infortuni, un concetto che negli anni è stato dato per scontato ma che meriterebbe più attenzione.

Ho preso in esame due revisioni che, entrambe a loro modo, offrono spunti importanti per chiarire lo stato dell'arte della letteratura.

La prima, pubblicata nel 2014 da J. Bo Lauersen et al. (**The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials, JB. Lauersen, DM. Bertelsen and LB. Andersen, 2014, Br J Sports Med**), è stata inclusa perché risulta essere la più recente in letteratura che indaga la prevenzione degli infortuni sportivi.

Questa review ha indagato le banche dati PubMed, EMBASE, Web of Science e SPORTDiscuss fino alla data di Ottobre 2012, con la successiva aggiunta di altri articoli pubblicati fino a Gennaio 2013.

La loro ricerca ha utilizzato quattro parole chiave: prevenzione, infortuni e diagnosi, sport e RCT.

Questo ha portato ad ottenere 3462 risultati che, sottoposti ai criteri di inclusione ed esclusione, hanno condotto i ricercatori a considerare 25 studi.

In totale sono stati presi in esame 26610 individui: 13 studi sono stati condotti su adulti, 11 su adolescenti e 1 su entrambi.

E' necessario specificare che questo lavoro ha preso in considerazione più interventi di prevenzione e non esclusivamente lo stretching, ma, vista la finalità della mia tesi, analizzerò solo i risultati ottenuti sull'allungamento muscolare.

La seconda revisione che sarà analizzata, invece, è stata pubblicata nel 2004 da Witvrouw et al. (**Stretching and injury prevention: an obscure relationship, E. Witvrouw, N. Mahieu, L. Danneels and P. McNair, 2004, Sports Med**).

Questo lavoro ha preso in considerazione più di 40 studi, attraverso cui ha mostrato i diversi effetti dello stretching sulla prevenzione in vari sport.

Sebbene sia meno recente rispetto alla prima, è interessante perché suddivide le attività sportive in due categorie e descrive gli effetti preventivi dell'allungamento a seconda della tipologia praticata.

Questi studiosi hanno differenziato la produzione della forza da parte dell'unità muscolo-tendinea in due modalità differenti: nel primo caso agendo come una molla che generi cicli di allungamento e accorciamento (SSCs: Stretch-shortening cycles), ad esempio negli sport che richiedono balzi e scatti, nel secondo convertendo l'energia metabolica in lavoro meccanico attraverso contrazioni concentriche, come nel ciclismo, nel jogging e nel nuoto [18].

Questa differenza di attivazione, ha permesso ai ricercatori di suddividere gli sport in due gruppi: a basse frequenze e ad alte frequenze di SSC.

Quando un muscolo presenta un'unità miotendinea meno compliante, una quantità maggiore di energia viene convertita in lavoro: per questo nelle attività del primo gruppo, che utilizzano soprattutto cicli di contrazioni concentriche, soggetti più rigidi riescono ad ottenere un trasferimento di energia alle ossa più veloce e, quindi, un movimento più rapido e più sicuro.

La revisione specifica anche che, negli sport ad alte frequenze di SSC, un'unità muscolo-tendinea più compliante (con una migliore capacità scorrimento) risulta essere importante per il meccanismo tipico di queste attività, ovvero l'immagazzinamento e il rilascio di energia elastica.

Gli studiosi continuano con la distinzione tra l'apporto della componente contrattile, il muscolo, e quello della struttura passiva, il tendine, nell'attività di contrazione.

L'energia assorbita durante gli urti dipenderebbe da entrambe le componenti: in un sistema compliante, quando il muscolo è attivato in maniera significativa, una buona quantità di energia viene assorbita dal tessuto tendineo, riducendo il rischio che una forza eccessiva si concentri nella parte contrattile.

Lo stretching statico

La prima review in esame è stata pubblicata nel 2013 da L. Simic et al. (**Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review, L. Simic, N. Sarabon and G. Markovic, 2013, Scand J Med Sci Sports**) e indaga gli effetti dello stretching statico sulla performance se eseguito prima dell'attività sportiva.

La ricerca è stata effettuata sui database di PubMed, SCOPUS e Web of Science, per articoli pubblicati in inglese fino a Dicembre 2010, utilizzando le seguenti parole: (static stretch OR static stretching OR acute stretch OR acute stretching OR passive stretch OR warm-up) AND (strength OR force OR torque OR jump OR sprint OR throw OR performance).

Questa strategia ha portato 1669 risultati che, dopo essere stati esaminati attraverso specifici criteri di inclusione ed esclusione, hanno condotto ad includere nella meta-analisi 104 studi.

La qualità degli RCT è stata valutata attraverso i criteri PEDro scale.

In totale sono stati valutati 962 soggetti attraverso l'outcome di massima forza muscolare espressa, 195 tramite la potenza muscolare e 1072 con la performance muscolare esplosiva.

La seconda revisione, invece, pubblicata nel 2019 da H. Chaabene et al. (**Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power: An Attempt to Clarify Previous Caveats, H. Chaabene, DG. Behm, Y. Negra and U. Granacher, 2019, Front Physiol**) pone maggior attenzione sulla durata dell'allungamento in relazione al livello degli atleti: dilettanti o professionisti.

Sono stati esaminati gli effetti acuti dello stretching statico sulle performance di forza e potenza, indagando le banche dati di Medline, ScienceDirect e Google Scholar, attraverso le seguenti parole chiave: static stretching, chronic effects, physical performance, strenght, power and injury.

Infine lo studio randomizzato controllato è stato pubblicato nel 2016 da A. Rodriguez Fernandez et al. (**Effects of seven weeks of static hamstring stretching on flexibility and sprint performance in young soccer players according to their playing position, AR. Fernandez, J. Senchez, JAR. Marroyo and JG. Villa, 2016, J Sports Med Phys**

Fitness), e credo possa fornire spunti interessanti poiché indaga gli effetti dello stretching statico effettuato dopo allenamento su una popolazione di atleti giovani.

Per questo studio sono stati reclutati 103 calciatori in salute, divisi in maniera casuale tra il gruppo di controllo (22) e quello sperimentale (81).

Tutti i giocatori militavano nelle migliori squadre U18 della regione e avevano avuto altre esperienze in quello sport.

Per ottenere una miglior classificazione dei risultati, gli atleti sono stati divisi a seconda del ruolo (portieri, difensori, centrocampisti e attaccanti) e, dopo un riscaldamento iniziale, ogni atleta è stato valutato tramite due test: sit-and-reach e sprint su 30 metri.

E' stato somministrato un programma di 7 settimane incentrato sull'allungamento passivo degli hamstring.

Questo programma era composto da 4 esercizi, praticati per sei giorni a settimana; ogni postura veniva mantenuta per due ripetizioni di 30 secondi ciascuna, intervallate da una pausa di 15 secondi.

Lo stretching dinamico e balistico

Un'altra tipologia di allungamento largamente utilizzata in ambito sportivo è lo stretching dinamico.

Nella revisione di J. Opplert e N. Babault (**Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature, J. Opplert and N. Babault, 2018, Sports Med**), sono stati indagati gli effetti dello stretching dinamico sulla flessibilità e performance muscolare, con riferimenti anche ad un'altra metodica molto dibattuta: quella balistica.

La ricerca è stata effettuata sui database di PubMed, per articoli pubblicati fino al 2017, utilizzando le seguenti key words: (dynamic stretching OR ballistic stretching OR dynamic warm-up) NOT (patient OR injury OR disease OR animal).

Successivamente, sono stati aggiunti ulteriori studi ricercando nelle banche dati di PubMed, ResearchGate, ScienceDirect e Google Scholar, individuando un totale di 1623 articoli che, sottoposti a precisi criteri di inclusione ed esclusione, hanno portato i ricercatori a selezionarne 84.

I ricercatori hanno notato come nelle fibre muscolari si verifica un aumento di temperatura, causato dal ripetersi di contrazioni attive, che potrebbe essere alla base del cambiamento delle proprietà viscoelastiche del muscolo.

Metodi alternativi allo stretching: il foam roller

Infine uno strumento sempre più utilizzato dagli sportivi di ogni livello è il foam roller.

Nel farlo, sarà preso in considerazione uno studio del 2017, pubblicato da B. Behara e B. H. Jacobson (**Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen, B. Behara and BH. Jacobson, 2017, J Strength Bond Res**), che ha confrontato gli effetti del foam roller con quelli dello stretching dinamico e di nessun intervento su forza, potenza e flessibilità muscolare.

Le ricerche sono state effettuate su un totale di 14 atleti collegiali di football americano di età compresa fra 18 e 24 anni, escludendo coloro che abbiano avuto infortuni rilevanti nell'ultimo anno, che stiano già eseguendo programmi per la flessibilità o che abbiano problematiche fisiche in corso.

Gli atleti, dopo un iniziale riscaldamento di 5 minuti, sono stati testati e poi assegnati ad uno dei tre gruppi corrispondenti ai diversi tipi di intervento in esame.

Immediatamente dopo il trattamento, i ricercatori hanno sottoposto nuovamente i giocatori agli stessi test, osservando dei cambiamenti significativi.

I meccanismi alla base della variazione del ROM osservato possono essere molteplici: la diminuita viscoelasticità delle strutture, l'inibizione dell'attività del sistema simpatico e dell'eccitabilità dei motoneuroni o l'incremento della tolleranza allo stiramento.

DISCUSSIONE

Ruolo dello stretching nella prevenzione

La revisione di JB. Lauersen del 2014 afferma che lo stretching non ha mostrato alcun effetto protettivo rispetto alle lesioni muscolo-tendinee (“did not show any protective effect” [19]).

Per questo motivo, gli autori concludono che i loro dati non supportano la necessità di utilizzare lo stretching nella prevenzione di infortuni (“our data do not support the use of stretching for injury prevention purposes, neither before or after exercise” [19]).

Saremmo quindi portati a pensare che la cosa migliore sia abbandonare completamente l’allungamento nei training di prevenzione e la sua sostituzione con altre metodiche.

Tuttavia i ricercatori evidenziano lo scarso numero di studi in grado di rispondere ai criteri di inclusione ed esclusione e soprattutto l’eterogeneità della popolazione considerata.

La revisione, pubblicata dieci anni prima da Witvrouw et al., entra più nello specifico, occupandosi della somministrazione dello stretching nelle due tipologie di attività sportive descritte in precedenza.

Secondo gli autori un programma di stretching in ottica preventiva, nelle attività ad alta frequenza di SSC, potrebbe essere giustificato, in quanto, riducendo le proprietà viscoelastiche dei tessuti molli, migliorerebbe il trasferimento di forza tra muscolo e tendine; questo non avviene nelle attività a bassa frequenza di SSC, dove la forza viene direttamente trasferita dal tendine al sistema articolare.

L’utilizzo dello stretching in un programma fisioterapico di prevenzione dell’atleta, apporterebbe quindi due benefici: la riduzione di infortuni muscolari e una diminuita incidenza delle lesioni alle strutture tendinee [18].

Quando eseguire lo stretching rispetto all'attività sportiva

Nell'ottica di proporre un programma preventivo che comprenda lo stretching, è importante identificare il momento più adeguato per svolgere l'allungamento, in modo da non influenzare negativamente l'attività sportiva, aumentando così il rischio di infortunio.

Seconda la revisione di L. Simic del 2013 [6] l'utilizzo di allungamento statico prima dell'esercizio determina importanti effetti negativi su esplosività e massima forza muscolare esprimibile, mentre gli effetti sulla potenza sono poco chiari.

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, anche in questo caso la tentazione sarebbe quella di eliminare completamente lo stretching statico dal warm-up di attività atletiche, ma prima sarebbe bene considerare un altro aspetto: la durata dell'allungamento.

Sempre nello studio in esame, infatti, gli autori hanno notato che i cambiamenti nella prestazione atletica erano legati alla durata totale dello stretch: quest'ultimo, se effettuato per un tempo inferiore a 45 secondi, determinava effetti meno negativi [6].

Gli studiosi concludevano dicendo che praticare stretching statico come unica attività di riscaldamento è sconsigliato, e proponevano a future ricerche per determinare gli effetti di allungamenti di breve durata all'interno di warm-up più strutturati [6].

Nel 2019 H. Chaabene e colleghi hanno pubblicato una revisione con lo scopo di chiarire gli effetti dell'allungamento statico praticato per tempi ridotti e inserito all'interno di un riscaldamento più ampio, mostrando l'esistenza di una relazione dose-risposta ("dose-response relation").

In particolare, se da un lato è vero che l'applicazione per lunghi periodi (>60s per gruppo muscolare) fa diminuire le performance di forza e potenza, dall'altro utilizzare stretch di breve durata (<60s) avrebbe un effetto minimo sugli stessi outcome [3].

A questo punto sorge spontanea una domanda: dal momento in cui, anche con questa diversa metodologia, le performance vengono alterate in negativo, possiamo concludere che lo stretching statico non vada mai utilizzato prima di attività sportive?

Per rispondere al quesito, la review in esame utilizza un altro studio già citato in questa tesi, ovvero quello Witvrouw et al. del 2004 [3].

Considerando, infatti, la capacità dell'allungamento di diminuire il rischio di infortuni miotendinei negli sport ad alta frequenza di movimenti SSC, praticare la metodica in

esame, all'interno di un'attivazione che comprenda anche attività dinamiche, sarebbe consigliabile, in particolare per atleti non professionisti.

Avendo chiarito le indicazioni riguardo la proposta dello stretching statico prima dell'attività sportiva, la nostra attenzione si sposterà sul suo utilizzo post-esercizio.

In particolare, ho preso in esame lo studio di AR. Fernandez et al. del 2016, i cui risultati hanno mostrato un incremento significativo della flessibilità del gruppo muscolare trattato, associato ad un miglioramento della velocità nello sprint su percorso rettilineo [8].

In conclusione i ricercatori affermano che, seppur avendo considerato un numero limitato di persone, lo stretching statico post-attività sia in grado di migliorare l'estensibilità muscolare, evitando limitazioni del ROM, fattore di rischio per lesioni muscolo-tendinee.

Per approfondire lo stretching dinamico ho considerato la revisione più recente nella banca dati di Pubmed, pubblicata nel 2018 da J. Opplert and N. Babault, estremamente utile per il nostro lavoro, vista la sua precisione e la quantità di studi presi in esame.

I suoi risultati hanno mostrato che lo stretching dinamico è in grado di migliorare il Range Of Motion delle articolazioni, tanto quanto la metodica statica [2].

Lo studio [2], attraverso la proposta di protocolli di stretching dinamico, ha dimostrato miglioramenti significativi di forza e potenza, oltre che nell'altezza del salto in verticale e nella velocità dello sprint, confermando che questa metodica possa essere utilizzata prima dell'attività sportiva, per prevenire infortuni miotendinei, senza che sia influenzata la qualità dell'attività svolta dall'atleta.

Successivamente viene affrontata la metodica balistica, che sembrerebbe essere meno benefica a causa dell'eccessivo ROM raggiunto e dei rimbalzi, specifiche che potrebbero portare a contrazioni muscolari riflesse e, quindi, minor allungamento.

Per concludere, gli studiosi evidenziano la necessità di ulteriori studi che descrivano in maniera chiara e omogenea i protocolli di stretching, con particolare attenzione alla sua terminologia e metodologia. Una delle limitazioni emerse nel loro lavoro, è stata la mancanza di uniformità nei protocolli applicati.

Altre tecniche in grado di aumentare la flessibilità

In questo elaborato ho voluto approfondire anche il foam roller: strumento sempre più utilizzato in alternativa allo stretching per migliorare l'estensibilità muscolare

Particolarmente interessante a riguardo è uno studio del 2017, pubblicato da B. Behara e B.H. Jacobson, che indaga gli effetti della metodica su un gruppo di 14 atleti agonisti.

I risultati, in linea con quelli di altri studi presenti in letteratura su questo argomento, hanno mostrato che l'utilizzo del foam roller prima dell'attività sia in grado di migliorare l'estensibilità muscolare nel breve periodo [1].

Ciò, ha portato i ricercatori ad affermare che il rilassamento miofasciale può essere una valida alternativa alle metodiche standard di stretching, nel momento in cui si cerchi di ottenere una maggior elasticità dei tessuti molli e, di conseguenza, un minor rischio di incorrere in lesioni muscolo-tendinee.

Considerando la mancanza della definizione delle tempistiche in questo studio, ho reputato utile riportare quelle presenti nel libro di DG. Behm, il quale raccomanda di eseguire più serie da 30-60 secondi, rimanendo sempre al di sotto della massima soglia di dolore tollerabile [22].

CONCLUSIONE

Risposta alla domanda di tesi

In conclusione, in merito al reale utilizzo che andrebbe fatto dello stretching in ambito sportivo, per quanto concerne il primo outcome di nostro interesse, ovvero la prevenzione degli infortuni, bisogna cercare di superare la tendenza comune, in cui si ricerca una visione unitaria degli effetti dell'allungamento, comuni a tutte le attività sportive.

Molto più realistico è dividere gli sport in due categorie, a seconda della frequenza di cicli di accorciamento ed allungamento (SSC).

Le attività a basse frequenze di SSC, come nuoto o ciclismo, utilizzando soprattutto contrazioni concentriche, sfruttano in quantità minima la capacità dell'unità miotendinea di assorbire energia. Per questo motivo, è relativamente poco probabile che si verifichino lesioni tendinee o muscolari.

Dall'altra parte negli sport ad alte frequenze di SSC, in cui la capacità di scorrimento dei tessuti è fondamentale, l'utilizzo di stretching permetterà un miglior trasferimento di forze tra muscolo e tendine, aiutando a prevenire possibili infortuni.

Utilizzare lo stretching statico come unica attività di riscaldamento non sarebbe raccomandato in ragione della sua tendenza ad influenzare negativamente le prestazioni sportive; d'altro canto, considerando i suoi effetti benefici nelle attività ad alta frequenza di SSC, non sarebbe corretto neanche escluderlo completamente dai warm-up.

L'indicazione migliore, quindi, sarebbe quella di utilizzare stretching statico di breve durata (<60 secondi), all'interno di un riscaldamento composto da attività dinamiche e sport-specifiche, che si sono dimostrate in grado di annullare gli effetti negativi della metodica sulle performance sportive.

In letteratura, inoltre, si trovano molte indicazioni riguardo l'utilizzo dell'allungamento statico dopo l'attività sportiva, che vengono confermate anche nello studio preso in esame nei capitoli precedenti.

Per quanto riguarda lo stretching dinamico, invece, un suo utilizzo prima dell'attività sportiva sarebbe giustificato dai suoi effetti benefici sull'estensibilità muscolare e dalla sua capacità di migliorare le performance di forza e potenza.

Considerando, infine, delle tecniche alternative all'allungamento muscolare per aumentare il ROM, l'utilizzo del foam roller sembra essere supportato dalla letteratura, per migliorare l'estensibilità muscolare.

Proposta di protocollo personale

L'obiettivo che mi sono posto fin dal primo momento in cui ho deciso di sviluppare questa tesi era quello di fare un po' di chiarezza su una tecnica che spesso viene data per scontata, ma che invece nasconde un grande potenziale.

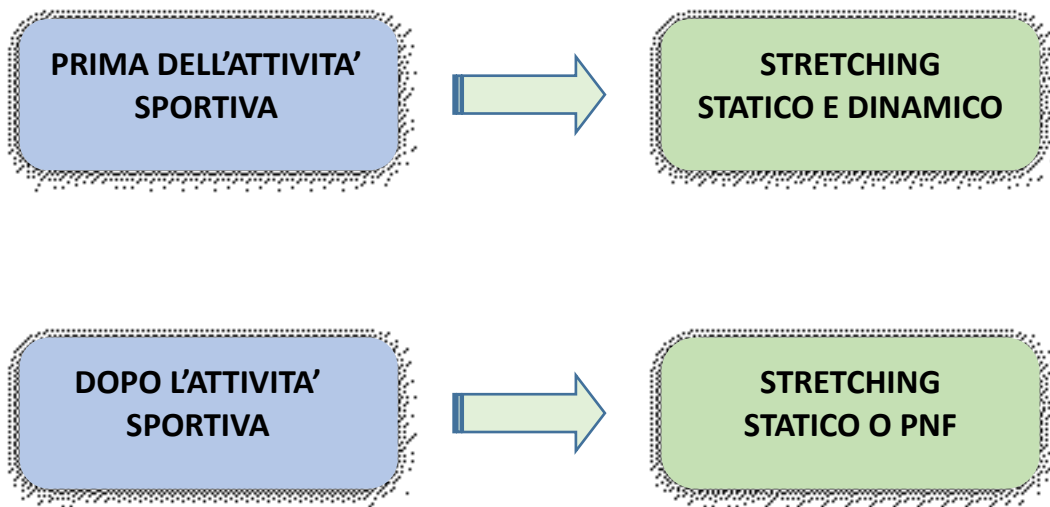
Negli ambienti sportivi proporre lo stretching con determinate tempistiche e attraverso le metodiche più adeguate può portare grandi benefici in termini di prevenzione degli infortuni, estensibilità muscolare e miglioramento delle prestazioni.

Un protocollo adeguato dovrebbe comprendere esercizi di stretching della durata di 30-60 secondi per ogni gruppo muscolare, ripetuto 2/3 volte, per almeno 5 giorni alla settimana e praticato sempre sotto la soglia del dolore.

Prima dell'attività sportiva è consigliato utilizzare stretching dinamico e statico, mentre dopo la prestazione è possibile praticare stretching statico o PNF.

PROTOCOLLO PERSONALE DI STRETCHING

DURATA	30-60 secondi per ogni gruppo muscolare
RIPETIZIONI	2/3 volte per ogni gruppo muscolare
FREQUENZA	almeno 5 giorni alla settimana
INTENSITA'	sempre sotto alla soglia del dolore



BIBLIOGRAFIA

1. Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen, B. Behara and BH. Jacobson, 2017, J Strength Bond Res
2. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature, J. Opplert and N. Babault, 2018, Sports Med
3. Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power: An Attempt to Clarify Previous Caveats, H. Chaabene, DG. Behm, Y. Negra and U. Granacher, 2019, Front Physiol
4. Collagen tissue: implications of its response to stress in vitro, MM. Laban, 1962, Arch Phys Med Rehabil
5. Determining the minimum number of passive stretches necessary to alter musculotendinous stiffness, ED. Ryan, TJ. Herda, PB. Costa, JM. Defreitas, TW. Beck, J. Stout and JT. Cramer, 2009, J Sports Sci
6. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review, L. Simic, N. Sarabon and G. Markovic, 2013, Scand J Med Sci Sports
7. Effects of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults, R. Ferber, L. Osternig and D. Gravelle, 2002, J Electromyogr Kinesiol
8. Effects of seven weeks of static hamstring stretching on flexibility and sprint performance in young soccer players according to their playing position, AR. Fernandez, J. Senchez, JAR. Marroyo and JG. Villa, 2016, J Sports Med Phys Fitness
9. Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion, W. Young, G. Elias and J. Power, 2006, J Sport Med Phys Fitness
10. Effects of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity, JM. Roberts and K. Wilson, 1999, Br J Sports Med
11. Fisiologia medica seconda edizione vol.1, F. Conti, 2010, Edi Ermes srl Milano

12. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols, SP. Chan, Y. Hong and PD. Robinson, 2001, Scand J Med Sci
13. Genetics of fitness and physical performance, C. Bouchard, R. Malina and L. Pérusse, 1997, Champaign, IL: Human Kinetics
14. <https://www.projectinvictus.it/contrazione-muscolare/>
15. <https://www.projectinvictus.it/motoneurone/>
16. <https://youtu.be/puFe0fHsCz0>
17. Science of flexibility, MJ. Alter, 1996, Champaign Illinois: Human Kinetics
18. Stretching and injury prevention: an obscure relationship, E. Witvrouw, N. Mahieu, L. Danneels and P. McNair, 2004, Sports Med
19. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials, JB. Lauersen, DM. Bertelsen and LB. Andersen, 2014, Br J Sports Med
20. The effects of time on the static stretch of the hamstrings muscles, WD. Bandy and JM Irion, 1994, Phys Ther
21. The relation between stretching typology and stretching duration: the effects on range of motion, E. Thomas, A. Bianco, A. Paoli and A. Palma, 2018, Int J Sport Med
22. The science and physiology of flexibility and stretching, DG. Behm, 2019, Routledge
23. Viscoplasticity of rabbit skeletal muscle under dynamic cyclic loading, JS. Sun, YH. Tsuang, TK. LIU, YS. Hang, CK. Cheng and WW. Lee, 1995, Clin Biomech (Bristol, Avon)