

# Stretching e Flessibilità : 1 - Fisiologia dello stretching

di Bradford D. Appleton

Lo scopo di questo capitolo è di introdurre alcuni dei concetti fondamentali della fisiologia che entrano in gioco quando si allunga un muscolo. I concetti verranno introdotti dapprima generalmente e poi (per coloro che vogliono conoscere i dettagli più cruenti) verranno trattati più in dettaglio. Se non sei affatto interessato a questo aspetto dello stretching, puoi saltare questo capitolo. Altre sezioni faranno riferimento ad importanti concetti di questo capitolo e potrai facilmente consultarli secondo le "necessità".

[\[Il sistema muscoloscheletrico\]](#) [\[Composizione del muscolo\]](#) [\[Tessuto connettivo\]](#)  
[\[Gruppi muscolari cooperanti\]](#) [\[Tipi di contrazione muscolare\]](#) [\[Cosa succede quando fai stretching\]](#)

## 1.1 Il sistema muscoloscheletrico

Tutti insieme, i muscoli e le ossa comprendono ciò che viene chiamato il *sistema muscoloscheletrico* del corpo. Le ossa forniscono la postura e il supporto strutturale al corpo e i muscoli forniscono al corpo la capacità di movimento (contraendo, e quindi generando tensione). Il sistema muscoloscheletrico fornisce anche protezione per gli organi interni del corpo. Per poter svolgere la loro funzione, le ossa devono essere unite da qualcosa. Il punto nel quale le ossa si collegano l'un l'altra si chiama *articolazione*, e questo collegamento è fatto principalmente da *legamenti* (insieme all'aiuto di muscoli). I muscoli sono attaccati all'osso tramite *tendini*. Ossa, tendini, e legamenti non hanno la capacità (che i muscoli hanno) di far muovere il corpo. I muscoli sono davvero unici da questo punto di vista.

## 1.2 Composizione del muscolo

[\[Come si contraggono i muscoli\]](#) [\[Fibre muscolari rapide e lente\]](#)

I muscoli hanno varia forma e misura, ed hanno diversi scopi. La maggior parte dei muscoli grandi, come i tendini del poplite e i quadricipiti, controllano il movimento. Altri muscoli, come il cuore, e i muscoli dell'interno dell'orecchio, svolgono altre funzioni. A livello microscopico comunque, tutti i muscoli condividono la stessa struttura di base.

Al livello più alto, il muscolo (completo) è composto da molte striscie di tessuto chiamate *fasci*. Ci sono striscie di muscolo che vediamo quando tagliamo carni rosse o pollame. Ogni fascio è composto da *fasci* che sono fasci di *fibre muscolari*. Le fibre

muscolari sono a loro volta composte da decine di migliaia di *miofibrille* a filamento, che possono contrarsi, rilassarsi, ed allungarsi. Le miofibrille sono (a loro volta) composte da fino a milioni di striscie stese da un'estremità all'altra dette *sarcomeri*. Ogni sarcomero è composto dalla sovrapposizione di filamenti spessi e sottili *miofilamenti*. I miofilamenti spessi e sottili sono composti da *proteine contrattili*, principalmente actina e miosina.

### 1.2.1 Come si contraggono i muscoli

Il modo in cui tutti questi vari livelli del muscolo operano è il seguente: I nervi collegano la colonna spinale al muscolo. Il luogo in cui si incontrano nervo e muscolo è detto *congiunzione neuromuscolare*. Quando il segnale elettrico attraversa la congiunzione neuromuscolare, viene trasmesso in profondità delle fibre muscolari. Dentro le fibre muscolari, il segnale stimola il flusso di calcio che fa sì che i miofilamenti spessi e sottili scivolino attraverso l'uno sull'altro. Quando ciò accade, fa sì che il sarcomero si accorci, e questo genera forza. Quando miliardi di sarcomeri nel muscolo si accorciano tutti in una volta ciò causa una contrazione dell'intera fibra del muscolo.

Quando una fibra di muscolo si contrae, si contrae completamente. Non esiste una fibra di muscolo contratta solo in parte. Le fibre muscolari non sono capaci di variare l'intensità della loro contrazione in relazione al peso verso il quale stanno agendo. Se è così, allora come può la forza della contrazione del muscolo variare da forte a debole? Succede che più fibre muscolari vengono reclutate, secondo i bisogni, per svolgere il compito a portata di mano. Più numerose sono le fibre muscolari reclutate dal sistema nervoso centrale, maggiore è la forza generata dalla contrazione muscolare.

### 1.2.2 Fibre muscolari rapide e lente

L'energia che produce il flusso di calcio le fibre muscolari viene dai *mitocondri*, la parte della cellula del muscolo che converte il glucosio (zucchero del sangue) in energia. Diversi tipi di fibre muscolari hanno diverse quantità di mitocondri. Più mitocondri vi sono in una fibra di muscolo, più energia può produrre. Le fibre muscolari sono categorizzate in *fibre a contrazione lenta* e *fibre a contrazione rapida*. Le fibre a contrazione lenta (dette anche *fibre muscolari di tipo 1*) si contraggono lentamente, ma si affaticano anche più lentamente. Le fibre a contrazione rapida si contraggono molto velocemente e sono di due tipi: *fibre muscolari tipo 2A* che hanno un livello medio di affaticamento, e *fibre muscolari tipo 2B* che si affaticano molto velocemente. La ragione principale per cui le fibre a contrazione lenta si affaticano lentamente è che contengono più mitocondri rispetto alle fibre a contrazione rapida e dunque possono produrre più energia. Le fibre a contrazione lenta sono più piccole di diametro rispetto alle fibre a contrazione rapida ed hanno un maggiore flusso di sangue capillare attorno a loro. Poiché hanno un diametro minore ed un maggiore flusso di sangue, le fibre a contrazione lenta possono dare più ossigeno ed eliminare più scorie dalle fibre

muscolari (che diminuisce la loro "stancabilità").

Questi tre tipi di fibre muscolari (tipi 1, 2A, e 2B) sono presenti in tutti i muscoli in quantità diverse. I muscoli che devono essere contratti per molto tempo (come il cuore) hanno un numero maggiore di fibre di tipo 1 (slow). Quando un muscolo per primo inizia a contrarsi, è principalmente di fibre di tipo 1 che vengono attivate all'inizio, poi vengono attivate le fibre di tipo 2A e tipo 2B (se necessario) in quell'ordine. Il fatto che le fibre muscolari vengano reclutate in questa sequenza è ciò che rende possibile eseguire gli ordini del cervello con tali risposte dei muscoli così ben regolate. Inoltre rende difficile alle fibre di tipo 2B allenarsi perché non vengono attivate finché la maggior parte delle fibre di tipo 1 e tipo 2A sono state reclutate.

*HFLTA* dichiara che il modo migliore per ricordare la differenza tra i muscoli con predominanza di fibre a contrazione lenta e muscoli con predominanza di fibre a contrazione rapida è di pensare alla "carne bianca" e "carne scura". La carne scura è scura perché ha un maggior numero di fibre muscolari a contrazione lenta e quindi un maggior numero di mitocondri, che sono scuri. La carne bianca consiste in gran parte di fibre muscolari che sono a riposo la maggior parte del tempo ma vengono chiamate di frequente ad impegnarsi in brevi periodi di attività intensa. Questo tessuto muscolare può contrarsi velocemente ma si affatica velocemente e si riprende più lentamente. La carne bianca è più leggera anche di colore rispetto a quella scura perché contiene meno mitocondri.

## 1.3 Tessuto connettivo

Situati tutt'attorno al muscolo e alle sue fibre sono i *tessuti connettivi*. Il tessuto connettivo è composto da una sostanza di base e due tipi di fibre a base di proteine. I due tipi di fibra sono il *tessuto connettivo collagene* e il *tessuto connettivo elastico*. Il tessuto connettivo collagene consiste per la maggior parte in collagene (da cui il nome) e dà resistenza alla trazione. Il tessuto connettivo elastico consiste per la maggior parte di elastina e (come si può dedurre dal nome) fornisce elasticità. La sostanza di base si chiama *mucopolisaccaride* e funge sia da lubrificante (che permette alle fibre di scivolare più facilmente l'una sull'altra), e da collante (tenendo insieme le fibre del tessuto in fasci. Più tessuto connettivo elastico c'è attorno ad un'articolazione, maggiore è la gamma di movimento in quell'articolazione. I tessuti connettivi sono composti da tendini, legamenti, e le guaine fasciali che avvolgono, o tengono insieme, i muscoli in gruppi separati. Queste guaine fasciali, *ofascie*, vengono chiamate così a seconda di dove sono situate nei muscoli:

*endomisio*

La guaina fasciale profonda che avvolge fibre muscolari individuali.

*perimisio*

La guaina fasciale che tiene insieme gruppi di fibre muscolari in fasci individuali (vedi sezione [Composizione del muscolo](#)).

*epimisio*

La guaina fasciale superficiale che tiene insieme interi fasci (vedi sezione [Composizione del muscolo](#)).

Questi tessuti connettivi aiutano a dare agilità e tono ai muscoli.

## 1.4 Gruppi muscolari cooperanti

Quando i muscoli fanno muovere un arto attraverso la gamma di movimento dell'articolazione, solitamente agiscono nei seguenti gruppi cooperanti:

*agonisti*

Questi muscoli causano il movimento. Creano la normale gamma di movimento in un'articolazione contraendosi. Gli agonisti vengono anche detti *placche motrici* poiché sono i muscoli responsabili per primi della generazione del movimento.

*antagonisti*

Questi muscoli agiscono in opposizione al movimento generato dagli agonisti e sono responsabili del ritorno dell'arto alla posizione iniziale.

*agenti sinergici*

Questi muscoli svolgono la stessa funzione, o aiutano a svolgere, del movimento dell'articolazione degli agonisti. Gli agenti sinergici sono a volte detti anche *neutralizzatori* poiché aiutano a cancellare, o neutralizzare, un movimento extra degli agonisti assicurando che la forza generata sia nel programma desiderato di movimento.

*fissatori*

Questi muscoli forniscono il necessario supporto aiutando a tenere il resto del corpo a posto mentre si svolge il movimento. I fissatori talvolta sono detti anche *stabilizzatori*.

Ad esempio, quando fletti il ginocchio, il tendine del poplite si contrae, e, fino ad un certo punto, fanno lo stesso il gastrocnemio (polpaccio) e le natiche inferiori. Contemporaneamente, i quadricipiti vengono inibiti (rilassati e allungati in qualche

modo) in modo da non resistere alla flessione (vedi sezione [Inibizione reciproca](#)). In questo esempio, il tendine del poplite funge da agonista, o primo agente; il quadricipite funge da antagonista; e il polpaccio e le natiche inferiori fungono da agenti sinergici. Gli agonisti e antagonisti generalmente si trovano ai lati opposti dell'articolazione interessata (come i tendini del poplite e quadricipiti, o i tricipiti e bicipiti), mentre gli agenti sinergici sono solitamente situati sullo stesso lato dell'articolazione vicino agli agonisti. I muscoli più grandi spesso fanno ricorso ai vicini più piccoli come agenti sinergici.

Il seguente è un elenco di coppie di muscoli agonista/antagonista più comunemente usati:

- pettorali/laterali del dorso
- deltoidi anteriori/deltoidi posteriori (spalla anteriore e posteriore)
- trapezio/deltoidi
- addominali/erettori spinali
- obliqui esterni destro e sinistro
- quadricipiti/tendini del poplite
- stinchi/polpacci
- bicipiti/tricipiti
- flessori dell'avambraccio/estensori

## 1.5 Tipi di contrazione muscolare

La contrazione di un muscolo non implica necessariamente che il muscolo si accorcia; significa solo che è stata generata tensione. I muscoli possono contrarsi nei seguenti modi:

### *contrazione isometrica*

È una contrazione nella quale non avviene movimento, perché il peso sul muscolo supera la tensione generata contraendo il muscolo. Questo accade quando un muscolo tenta di spingere o tirare un oggetto irremovibile.

### *contrazione isotonica*

Questa è una contrazione nella quale il movimento *avviene*, perché la tensione generata dalla contrazione del muscolo supera il peso sul muscolo. Questa accade quando usi i muscoli e riesci a spingere o tirare un oggetto.

Le contrazioni isotoniche si suddividono ulteriormente in due tipi:

*contrazione concentrica*

Questa è una contrazione in cui il muscolo diminuisce la sua lunghezza (si accorcia) contro un peso contrapposto, come sollevando un peso.

*contrazione eccentrica*

Questa è una contrazione in cui il muscolo aumenta la sua lunghezza (si allunga) poiché resiste ad un peso, come posando un peso in modo controllato, lento.

Durante una contrazione concentrica, i muscoli che si accorciano fungono da agonisti e quindi svolgono tutto il lavoro. Durante una contrazione eccentrica i muscoli che si allungano fungono da agonisti (e svolgono tutto il lavoro). Vedi sezione [Gruppi muscolari cooperanti](#).

## 1.6 Cosa succede quando fai stretching

[\[Propriorecettori\]](#) [\[L'azione riflessa dello stretching\]](#) [\[La reazione d'allungamento\]](#)  
[\[Inibizione reciproca\]](#)

Lo stretching di una fibra muscolare inizia dal sarcomero (vedi sezione [Composizione del muscolo](#)), l'unità di base della contrazione nella fibra muscolare. Mentre il sarcomero si contrae, l'area sovrapposta tra i miofilamenti spessi e sottili aumenta. Mentre si allunga, quest'area sovrapposta diminuisce, permettendo alla fibra muscolare di allungarsi. Una volta che la fibra muscolare è alla sua lunghezza di riposo massima (tutti i sarcomeri sono interamente allungati), un ulteriore allungamento pone forza attorno al tessuto connettivo (vedi sezione [Tessuto connettivo](#)). Quando aumenta la tensione, le fibre di collagene nel tessuto connettivo si allineano lungo la stessa linea di forza come la tensione. Quindi quando fai lo stretching, la fibra del muscolo viene tirato nella sua intera lunghezza sarcomero per sarcomero, e poi il tessuto connettivo sostiene la parte flaccida rimanente. Quando questo accade, aiuta a riallineare le fibre in disordine nella direzione della tensione. Questo riallineamento è ciò che aiuta a riabilitare il tessuto scalfito.

Quando un muscolo è allungato, alcune delle sue fibre si allungano, ma altre fibre potrebbero rimanere a riposo. La lunghezza corrente dell'intero muscolo dipende dal numero delle fibre allungate (similmente al modo in cui la lunghezza totale di un muscolo che si contrae dipende dal numero di fibre reclutate che si contraggono). Secondo *SynerStretch* dovresti pensare a "taschine di fibre distribuite attraverso lo stretching del corpo del muscolo, e altre fibre che vanno semplicemente lungo la corsa". Più fibre allungate ci sono, maggiore è la lunghezza sviluppata dal muscolo allungato.

### 1.6.1 Propriorecettori>

Le estremità dei nervi che trasmettono tutte le informazioni sul sistema muscoloscheletrico al sistema nervoso centrale sono dette *proprio-recettori*. I proprio-recettori (detti anche *meccano-recettori*) sono la fonte di tutta *la propriocezione*: la percezione del movimento e della posizione del proprio corpo. I proprio-recettori individuano ogni cambiamento riguardo allo spostamento fisico (movimento o posizione) e ogni cambiamento di tensione, o forza, all'interno del corpo. Si trovano in tutte le estremità dei nervi delle articolazioni, muscoli, e tendini. I proprio-recettori correlati all'allungamento sono situati nei tendini e nelle fibre muscolari.

Ci sono due tipi di fibre muscolari: *fibre muscolari intrafusali* e *fibre muscolari extrafusali*. Le fibre extrafusali sono quelle che contengono miofibrille (vedi sezione [Composizione del muscolo](#)) e sono ciò a cui ci riferiamo solitamente quando parliamo di fibre muscolari. Le fibre intrafusali sono dette anche *fusi muscolari* e sono parallele alle fibre extrafusali. I fusi muscolari, o *recettori dell'allungamento*, sono i principali proprio-recettori nel muscolo. Un altro proprio-recettore che entra in gioco durante l'allungamento è situato nel tendine vicino all'estremità della fibra del muscolo ed è detto *organo del tendine del Golgi*. Un terzo tipo di proprio-recettore, chiamato *corpusco del Pacini*, situato vicino all'organo del tendine del Golgi, è responsabile dell'individuazione dei cambiamenti di movimento e pressione nel corpo.

Quando le fibre extrafusali di un muscolo si allungano, lo fanno anche le fibre intrafusali (fusi muscolari). Il fuso muscolare contiene due diversi tipi di fibre (o recettori dell'allungamento) sensibili al cambiamento di lunghezza del muscolo e il tasso di cambiamento nella lunghezza del muscolo. Quando i muscoli si contraggono mettono tensione nei tendini dove si trova l'organo del tendine del Golgi. L'organo del tendine del Golgi è sensibile al cambiamento di tensione e al tasso di cambiamento della tensione.

## 1.6.2 L'azione riflessa dello stretching>

Quando il muscolo è allungato, lo è anche il fuso muscolare (vedi sezione [Proprio-recettori](#)). Il fuso muscolare constata il cambiamento di lunghezza (e la velocità) e invia segnali alla colonna spinale che fornisce le informazioni. Questo dà l'avvio al *riflesso dell'allungamento* (detto anche *riflesso miotatico*) che tenta di resistere al cambiamento di lunghezza del muscolo facendo contrarre il muscolo allungato. Più veloce è il cambiamento di lunghezza, più forti saranno le contrazioni del muscolo (pliometrico, o "salto", l'allenamento si basa su questo fatto). Questa funzione di base del fuso muscolare aiuta a mantenere il tono muscolare ed a proteggere il corpo dalle lesioni.

Una delle ragioni del mantenimento di un allungamento per un periodo di tempo prolungato è che quando mantieni il muscolo in posizione allungata, il fuso del muscolo si assuefa (si abitua alla nuova lunghezza) e riduce il suo segnale. Progressivamente, puoi allenare i tuoi recettori dell'allungamento a permettere un maggiore allungamento dei muscoli.

Alcuni fonti suggeriscono che con un ampio allenamento, l'azione di riflesso

dell'allungamento di certi muscoli può essere controllata in modo da avere poca o nessuna azione di riflesso in reazione ad un allungamento improvviso. Mentre questo tipo di controllo dà l'opportunità di maggiori guadagni in flessibilità, dà anche il maggiore rischio di lesioni se usato in modo improprio. Solo gli atleti professionisti più consumati e i ballerini al top nel loro sport (o arte) pare che abbiano realmente questo livello di controllo muscolare.

### **1.6.2.1 Componenti dell'azione riflessa dello stretching**

L'azione riflessa dello stretching ha sia una componente dinamica sia una componente statica. La componente statica dell'azione riflessa dello stretching persiste fino a che il muscolo viene allungato. La componente dinamica dell'azione riflessa dello stretching (che può essere molto potente) dura solo per un momento ed è in reazione all'aumento improvviso iniziale di lunghezza del muscolo. La ragione per cui il riflesso dell'allungamento ha due componenti è perché sono in realtà due tipi di fibre muscolari intrafusali: *fibre di catena nucleare*, responsabili della componente statica; e *fibre di sacca nucleare*, responsabili della componente dinamica.

Le fibre di catena nucleare sono lunghe e sottili, e si allungano costantemente quando vengono allungate. Quando queste fibre vengono allungate, l'azione riflessa dello stretching dei nervi aumenta il tasso di alimentazione (segnalazione) man mano che la loro lunghezza aumenta costantemente. Questa è la componente statica dell'azione riflessa dello stretching.

Le fibre di sacca nucleare si rigonfiano nel mezzo, dove sono più elastici. L'estremità del nervo sensibile all'allungamento per queste fibre è avvolta attorno a quest'area nel mezzo, che si allunga quando la fibra è allungata. Le aree non centrali, al contrario, agiscono come se fossero piene di liquido viscoso; resistono all'allungamento veloce, poi si estendono progressivamente sotto tensione prolungata. Quindi, quando a queste fibre si richiede un allungamento veloce, il centro prende gran parte dell'allungamento all'inizio; poi, man mano che le parti esterne si estendono, il centro in qualche modo si accorcia. Quindi il nervo che avverte lo stretching in queste fibre segnala più rapidamente con il principio di un allungamento veloce, poi rallenta man mano che la sezione di mezzo della fibra si può accorciare di nuovo. Questa è la componente dinamica del riflesso dell'allungamento: un segnale forte a contrarre al principio di un rapido aumento della lunghezza del muscolo, seguito da un lento segnale "più alto del normale" che diminuisce progressivamente insieme alla diminuzione del tasso di cambiamento della lunghezza del muscolo.

### **1.6.3 La reazione d'allungamento>**

Quando i muscoli si contraggono (probabilmente a causa dell'azione riflessa dello stretching), producono tensione al punto in cui il muscolo è connesso al tendine, dove si trova l'organo del tendine del Golgi. L'organo del tendine del Golgi registra il cambiamento di tensione, e il tasso di cambiamento della tensione, e manda segnali alla colonna spinale per inviare queste informazioni (vedi sezione [Propriorecettori](#)).



Quando questa tensione supera una determinata soglia, scatena la *reazione dell'allungamento* che inibisce i muscoli dal contrarsi e li fa rilassare. Altri nomi per questo riflesso sono *riflesso miotatico inverso*, *inibizione autogena*, *eriflesso a coltello a serramanico*. Questa funzione di base dell'organo del tendine del Golgi aiuta a proteggere muscoli, tendini, e legamenti da lesioni. La reazione d'allungamento è resa possibile perché il segnale dell'organo del tendine del Golgi al midollo spinale è potente abbastanza da superare il segnale dei fusi muscolari dicendo al muscolo di contrarsi.

Un altro motivo per il mantenimento di un allungamento per un periodo di tempo prolungato è quello di permettere questa reazione dell'allungamento, aiutando così il muscolo allungato di rilassarsi. È più facile allungare un muscolo quando non sta tentando di contrarsi.

#### **1.6.4 Inibizione reciproca>**

Quando un agonista si contrae, in modo da causare il movimento desiderato, solitamente costringe gli antagonisti a rilassarsi (vedi sezione [Gruppi muscolari cooperanti](#)). Questo fenomeno si chiama *Inibizione reciproca* perché gli antagonisti sono inibiti alla contrazione. Questo a volte è detto *innervazione reciproca* ma quello in realtà è un termine improprio poiché sono gli agonisti che inibiscono (rilassano) gli antagonisti. Gli antagonisti in realtà *non* innervano (causano la contrazione de) gli agonisti.

Tale inibizione dei muscoli antagonisti non è necessaria. In effetti, si può verificare la co-contrazione. Quando si fa una flessione in avanti, si potrebbe presumere che i muscoli dello stomaco inibiscano la contrazione dei muscoli nella regione lombare, o una parte più bassa della schiena. In questo caso specifico invece, i muscoli della schiena (sacrospinali) si contraggono anch'essi. Questa è la ragione per cui le flessioni in avanti sono utili per rafforzare la schiena e lo stomaco allo stesso tempo.

Quando si fa stretching, è più facile allungare un muscolo rilassato rispetto ad uno in contrazione. Approfittando delle situazioni in cui *avviene* l'inibizione reciproca, puoi ottenere un allungamento più efficace facendo rilassare i muscoli durante l'allungamento per la contrazione degli agonisti. Puoi anche rilassare tutti i muscoli usati come agenti sinergici dal muscolo che stai tentando di allungare. Ad esempio, quando allunghi il polpaccio, puoi contrarre i muscoli degli stinchi (gli antagonisti del polpaccio) flettendo il piede. Ad ogni modo, i tendini del poplite usano il polpaccio come agente sinergico così puoi anche voler rilassare i tendini del poplite contraendo il quadricipite (ad es., tenendo la gamba tesa).

stretching e Flessibilità - Copyright © 1993-1998 by Bradford D. Appleton ([bradapp@enteract.com](mailto:bradapp@enteract.com)) - URL: <http://www.enteract.com/~bradapp/>

