

**PHYSIOMASS**  
BENESSERE E SALUTE

CORSO PERSONAL TRAINER 1° LIVELLO  
IL SISTEMA NEUROMUSCOLARE



## INTRODUZIONE AL SISTEMA NEUROMUSCOLARE

In questo modulo esploreremo il **sistema neuromuscolare**, l'incredibile dialogo tra il cervello e i muscoli che rende possibile ogni nostro gesto, dal sollevamento di un bilanciere al battito di ciglia. Comprendere questo sistema non è solo conoscenza teorica; è la base per capire *come* il corpo si adatta all'allenamento, *perché* alcuni stimoli sono più efficaci di altri e *come* ottimizzare ogni ripetizione. Pronti a scoprire i segreti del controllo motorio? Iniziamo.

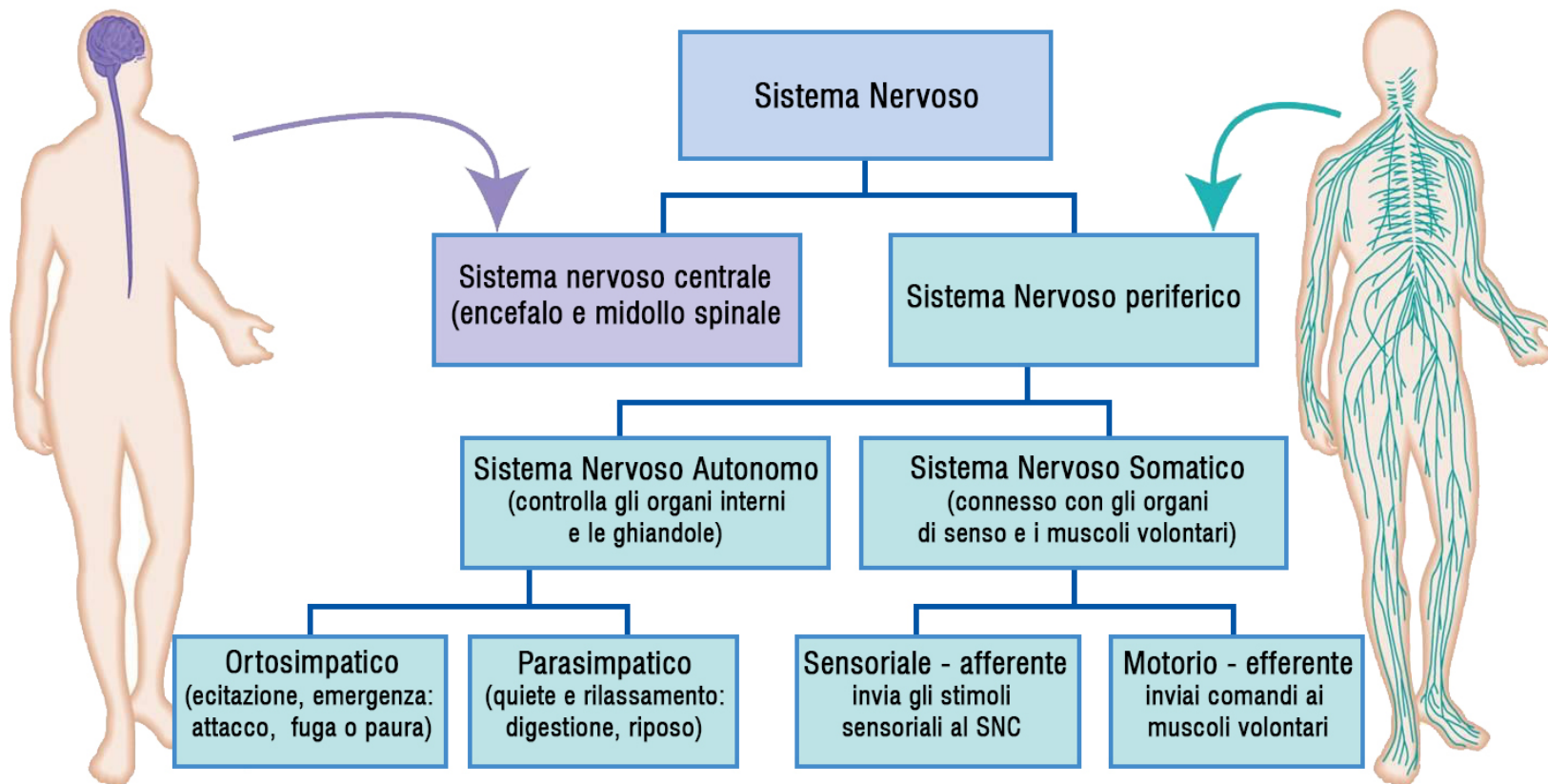
---

## IL SISTEMA NERVOSO: IL CENTRO DI CONTROLLO

Il sistema nervoso è il direttore d'orchestra del corpo umano. È organizzato in due grandi divisioni:

1. **Il Sistema Nervoso Centrale (SNC):** È il quartier generale, composto da **encefalo** (cervello) e **midollo spinale**. Il cervello, che pesa circa 1.3-1.4 kg, contiene circa 100 miliardi di neuroni e un numero ancora maggiore di cellule di supporto chiamate **glia**. Il midollo spinale, lungo circa 45 cm, è l'autostrada che trasporta le informazioni dal cervello alla periferia e viceversa.
2. **Il Sistema Nervoso Periferico (SNP):** È la rete di cavi, i **nervi**, che si diramano dal SNC per raggiungere ogni angolo del corpo. Portano informazioni sensoriali al centro e comandi motori dal centro alla periferia.

La velocità di queste comunicazioni è sorprendente: l'impulso nervoso può viaggiare fino a **120 metri al secondo** lungo fibre nervose spesse e ricoperte di **mielina**, una guaina isolante che accelera il segnale.



## SOSTANZA GRIGIA, BIANCA E IL SISTEMA NERVOSO AUTONOMO

All'interno del SNC troviamo due tipi di tessuto:

- **Sostanza Bianca:** Costituita principalmente da assoni mielinati, è la parte di 'cablaggio' che collega le diverse aree del cervello e del midollo.
- **Sostanza Grigia:** Contiene i corpi cellulari dei neuroni ed è dove avviene l'elaborazione delle informazioni. Nel midollo spinale, la sostanza grigia ha una caratteristica forma a 'H'. Le **corna anteriori** contengono i **neuroni motori** che comandano i muscoli. Le **corna posteriori** ricevono invece le informazioni sensoriali.

Il SNP si divide in:

- **Somatico:** Controlla i movimenti **volontari** dei muscoli scheletrici. È il sistema che allenate direttamente in palestra.
- **Autonomo (o Vegetativo):** Governa le funzioni **involontarie** (battito cardiaco, digestione, ecc.). A sua volta si divide in:
  - **Simpatico:** Il sistema 'lotta o fuga'. Aumenta la frequenza cardiaca, la pressione, dilata i bronchi. Si attiva durante l'allenamento intenso.
  - **Parasimpatico:** Il sistema 'riposo e digestione'. Rallenta il cuore, favorisce la digestione. Predomina durante il recupero.

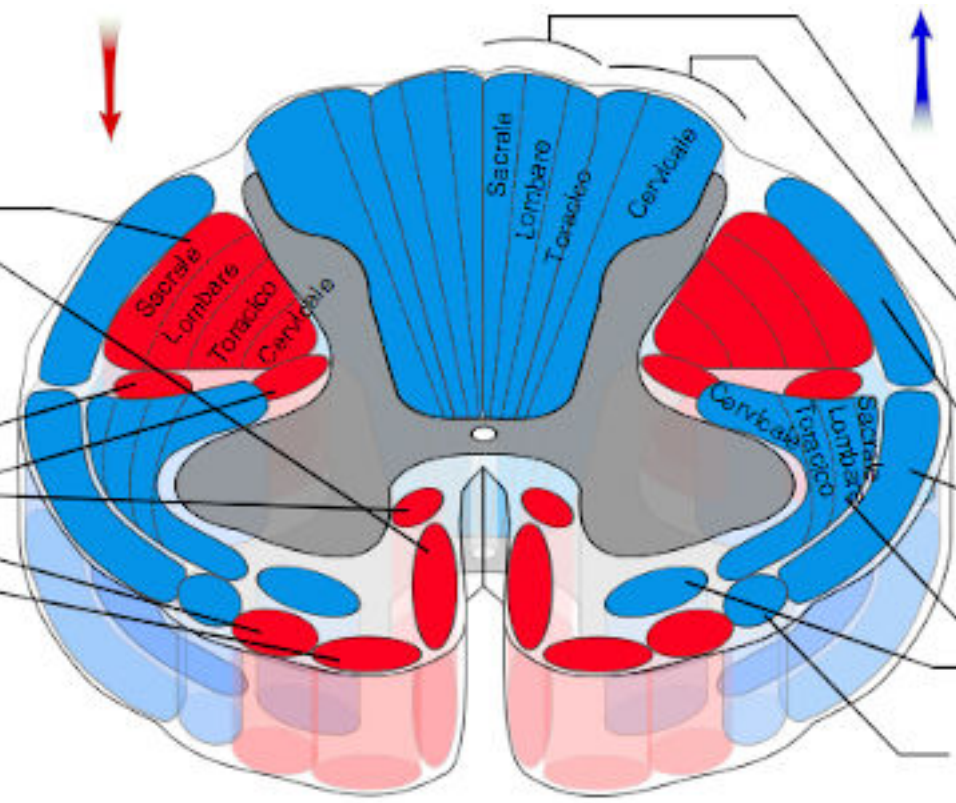
**Ve motrici e discendenti efferenti (rosse)**

**Via Piramidale**

- Fascio cortico-spinale laterale
- Fascio cortico-spinale anteriore

**Via Extrapiramidale**

- Fascio rubro-spinale
- Fascio retico-spinale
- Fascio olivario-spinale
- Fascio vestibolo-spinale



**Ve sensoriali ascendenti (afferenti) (blu)**

- Colonna dorsale mediale
- Lemnisco mediale
- Fascio Gracile
- Fascio Cuneato
- Fascio spino-cerebellare
- Fascio spino-cerebellare dorsale
- Fascio spino-cerebellare ventrale
- Fascio spino-talamico
- Fascio spino-talamico laterale
- Fascio spino-talamico anteriore
- Fascio spino-ovario



## L'UNITÀ MOTORIA: L'UNITÀ FUNZIONALE DEL MOVIMENTO

Il legame fisico tra sistema nervoso e muscolo è l'**unità motoria**. Cos'è? È composta da:

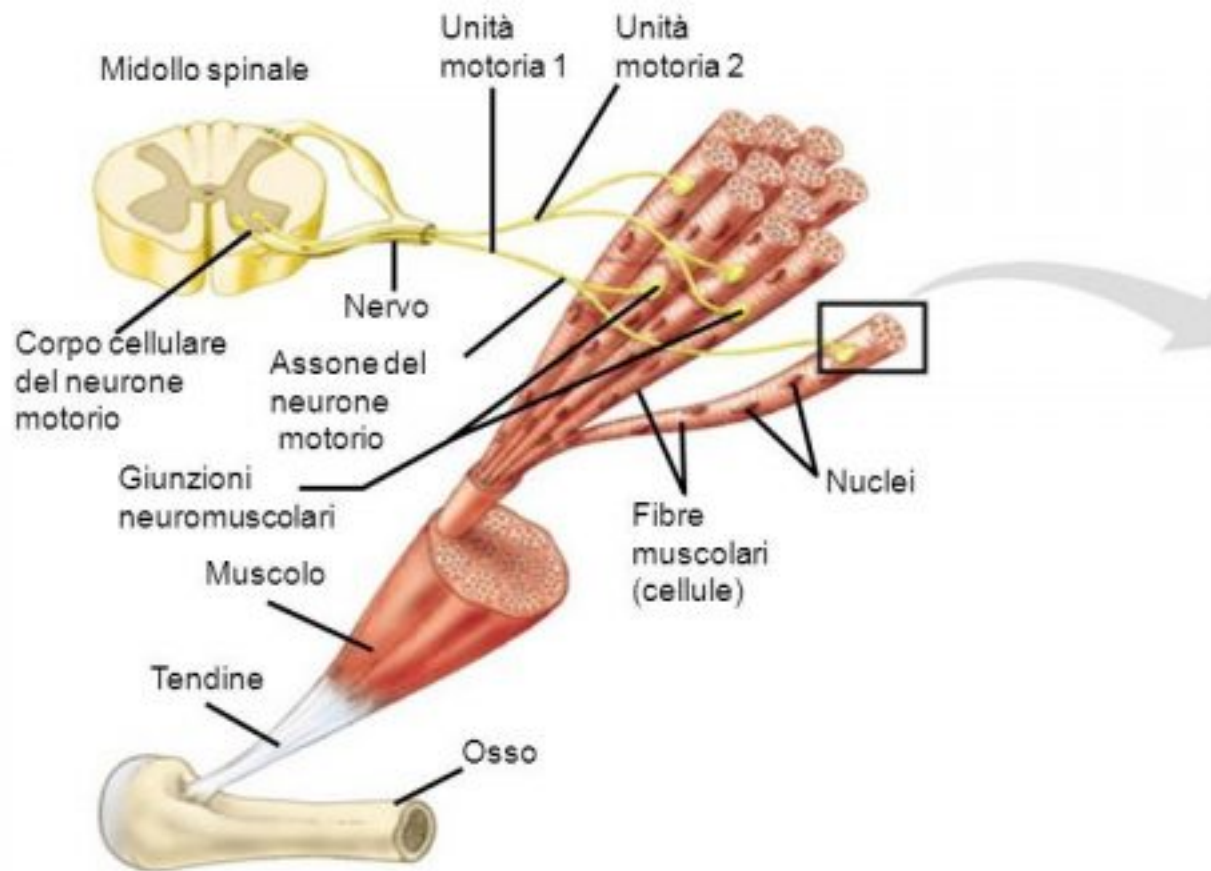
1. Un **motoneurone alfa** nel midollo spinale.
2. Il suo **assone**, una fibra nervosa che viaggia verso il muscolo.
3. Tutte le **fibre muscolari** che quell'assone innerva.

Quando il motoneurone 'spara', tutte le fibre muscolari della sua unità motoria si contraggono insieme. Questo principio è chiamato **legge del 'tutto o nulla'**.

La grandezza di un'unità motoria varia enormemente a seconda della funzione del muscolo:

- **Unità Piccole (10-100 fibre):** Per movimenti di **precisione fine**. Esempio: muscoli delle dita o degli occhi.
- **Unità Grandi (1000+ fibre):** Per movimenti di **forza e potenza**. Esempio: muscoli del polpaccio (gastrocnemio) o della coscia (quadricipite).

Un muscolo come il gastrocnemio è controllato da circa 580 unità motorie che comandano oltre un milione di fibre!

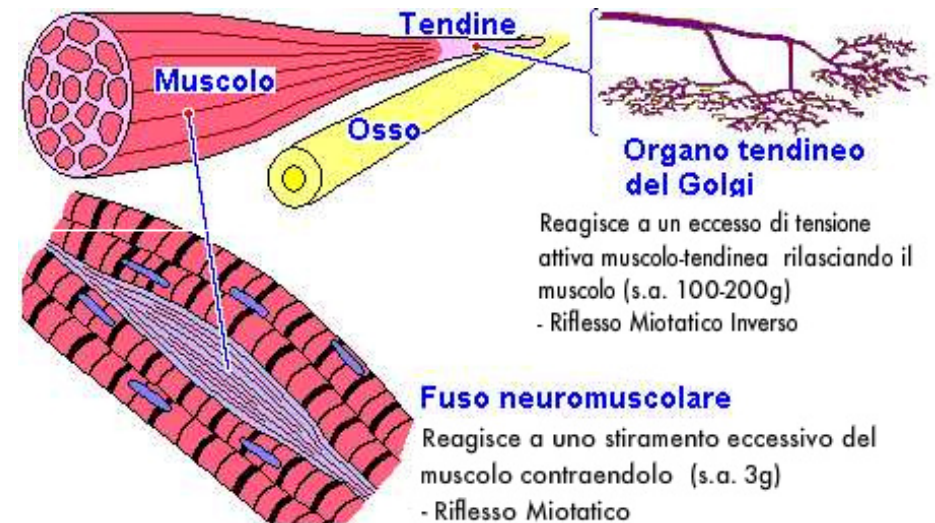


## I RECETTORI: I SENSORI DEL SISTEMA

Il cervello ha bisogno di sapere costantemente cosa sta succedendo ai muscoli. Per farlo, utilizza due sensori specializzati:

1. **I Fusi Neuromuscolari:** Situati **in parallelo** alle fibre muscolari, misurano il **cambiamento di lunghezza** del muscolo. Se un muscolo viene stirato troppo rapidamente o eccessivamente, i fusi inviano un segnale d'allarme che attiva un **riflesso miotatico**: una contrazione immediata e involontaria del muscolo stesso per proteggerlo da uno stiramento eccessivo. Sono i guardiani della nostra flessibilità e del tono muscolare.

2. **Gli Organi Tendinei del Golgi:** Situati **in serie**, nei tendini, misurano la **tensione** generata dalla contrazione muscolare. Se la tensione diventa troppo elevata, tale da rischiare di strappare il tendine o il muscolo, questi organi scatenano il **riflesso miotatico inverso**: un'immediata inibizione della contrazione muscolare, forzando il rilassamento. Sono i nostri limitatori di carico incorporati.



## IL SARCOMERO E LA CONTRAZIONE: LA MACCHINA MOLECOLARE

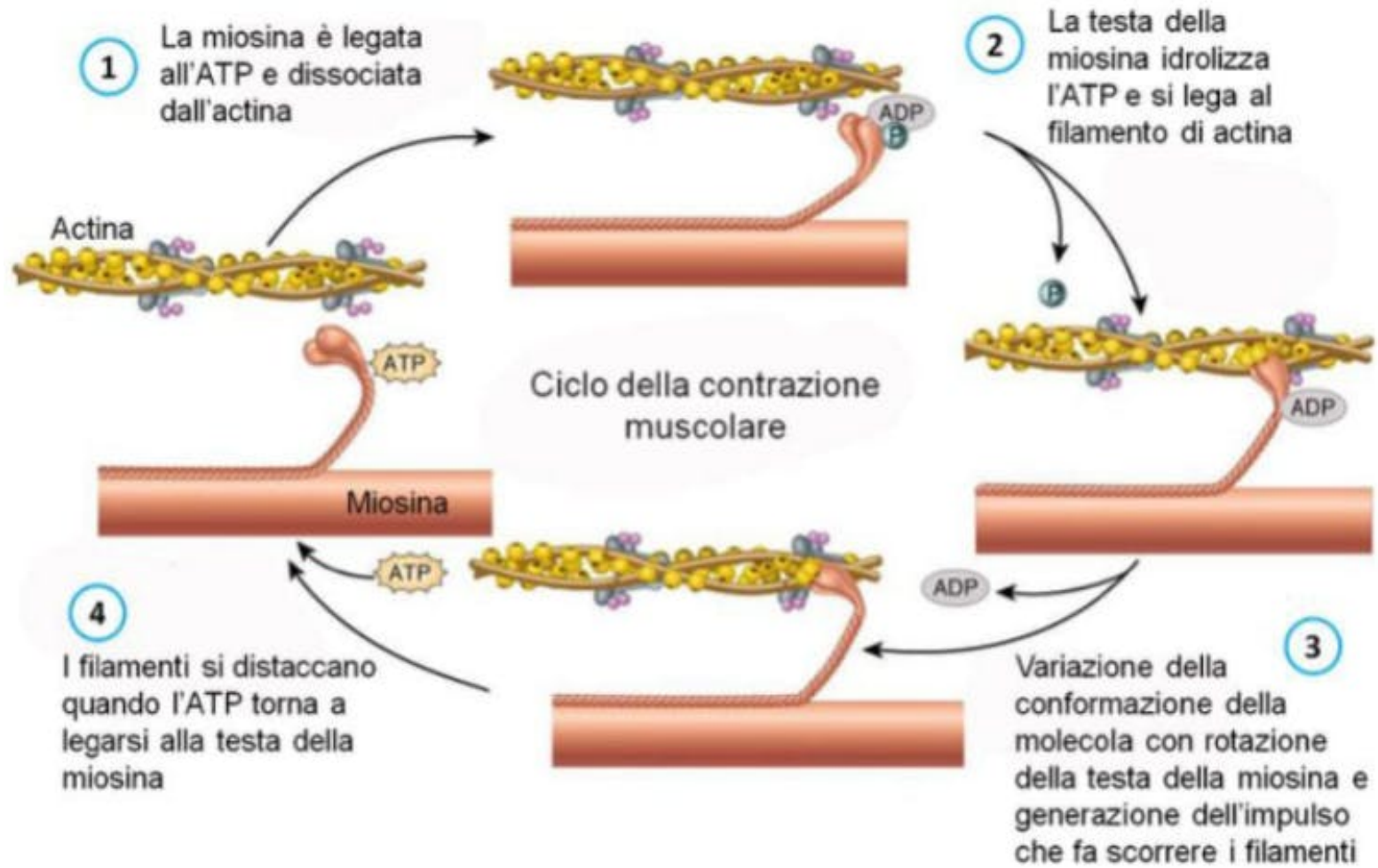
Ora scendiamo al livello microscopico, dove avviene la magia. La fibra muscolare è piena di **miofibrille**, a loro volta composte da unità fondamentali chiamate **sarcomeri**. Il sarcomero è la vera unità contrattile.

È qui che avviene la **teoria dei filamenti scorrevoli**. I sarcomeri sono composti da:

- **Filamenti Sottili di Actina**
- **Filamenti Spessi di Miosina**

Le **teste della miosina** sono dei veri e propri motori molecolari. Quando ricevono il segnale nervoso, si agganciano ai filamenti di actina e, consumando **ATP** (l'energia della cellula), tirano l'actina verso il centro del sarcomero. Questo accorciamento di milioni di sarcomeri contemporaneamente si traduce nella **contrazione muscolare**.

L'ATP viene scisso da un enzima, l'**ATPasi**, situato proprio sulla testa della miosina. Senza ATP, non c'è energia, e senza energia, non c'è contrazione.

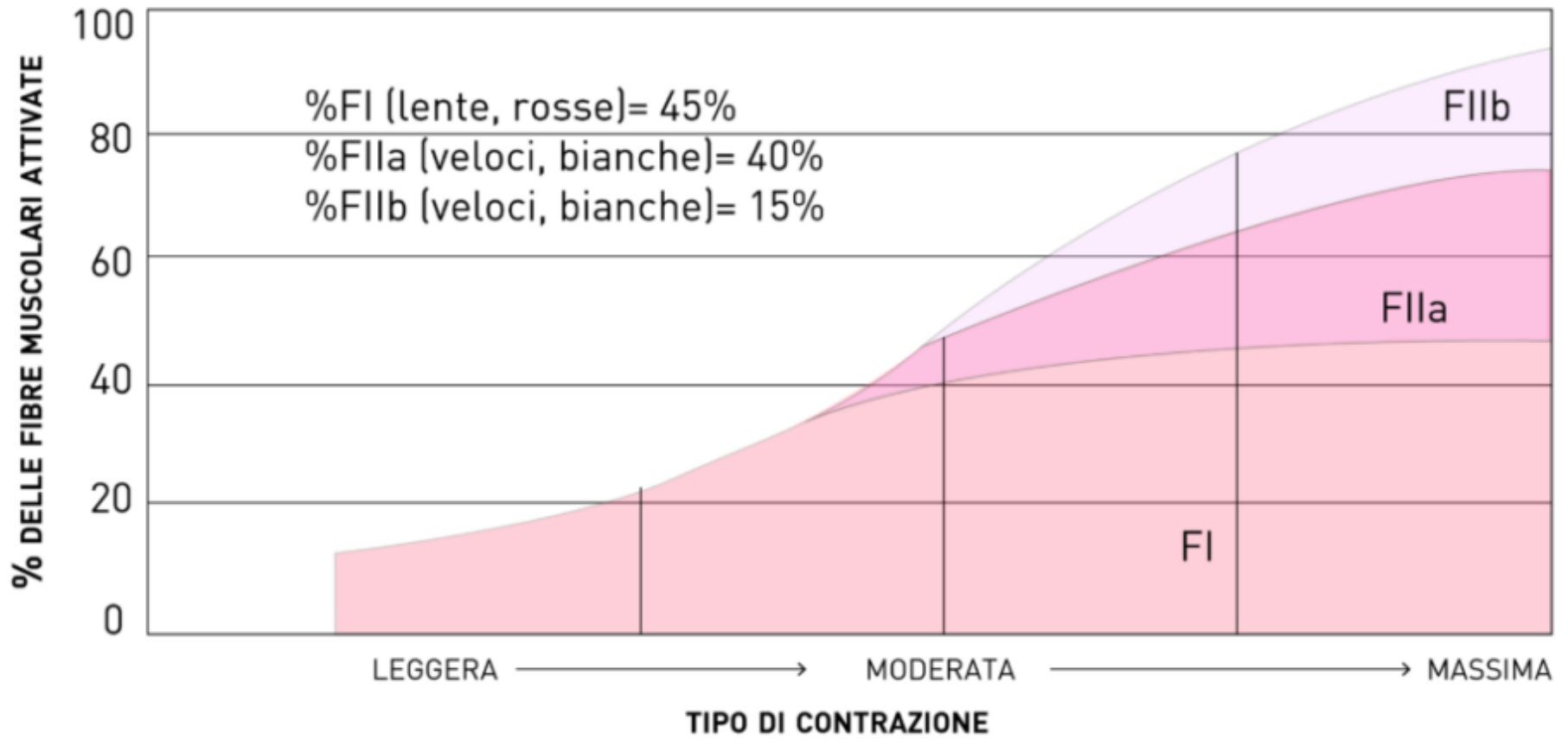


## IL RECLUTAMENTO: COME REGOLIAMO LA FORZA

Come fa un muscolo, le cui fibre obbediscono alla legge del 'tutto o nulla', a generare livelli di forza così diversificati, da un filo di voce muscolare a una contrazione massimale? Il merito è di due sofisticati meccanismi del sistema nervoso:

1. **Reclutamento Spaziale (o di Unità Motorie):** Il sistema nervoso **varia il numero di unità motorie** attivate contemporaneamente. Per sollevare una penna, recluterà poche unità piccole. Per sollevare uno squat massimale, recluterà **tutte** le unità motorie a disposizione, comprese quelle più grandi e potenti. Segue generalmente la **legge di Henneman**: vengono reclutate prima le unità motorie lente (più resistenti ma meno potenti) e solo in seguito, per carichi elevati, quelle veloci (più potenti ma affaticabili). Tuttavia, nei movimenti **esplosivi** e balistici (come un salto), il sistema nervoso può bypassare questa sequenza e reclutare immediatamente le unità veloci.
2. **Reclutamento Temporale (o della Frequenza):** Il sistema nervoso **varia la frequenza** degli impulsi inviati alle unità motorie già reclutate. Un singolo impulso causa una contrazione breve (scossa semplice). Una raffica di impulsi molto ravvicinati (fino a 50-60 Hz) causa una contrazione sostenuta e potente chiamata **tetano**. Frequenze ancora più alte (fino a 150 Hz) non aumentano la forza massima, ma ne **migliorano la rate of force development (RFD)**, cioè la rapidità con cui la forza viene espressa. Questo è fondamentale per la potenza e i gesti esplosivi.

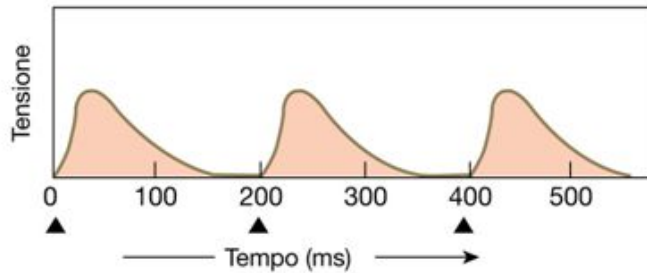
L'allenamento della forza migliora proprio la capacità del sistema nervoso di **reclutare più unità motorie** (soprattutto quelle a soglia alta) e di **farlo più rapidamente e in modo più sincronizzato**. Ecco perché i primi guadagni di forza in un principiante sono quasi esclusivamente neurologici!



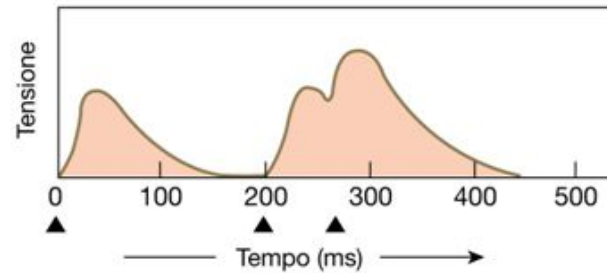
**LA CONTRAZIONE DI UN MUSCOLO E' FUNZIONE:**

1. Della forza sviluppata da ogni singola fibra muscolare che lo compone (sommazione delle singole scosse)
  1. Dal numero di unità motorie reclutate

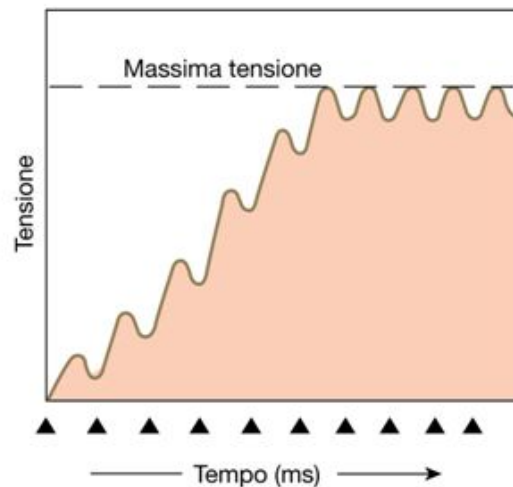
**(a) Scosse muscolari singole:** il muscolo si rilascia completamente tra gli stimoli (▲).



**(b) Sommazione:** gli stimoli ravvicinati non consentono al muscolo di rilassarsi completamente.

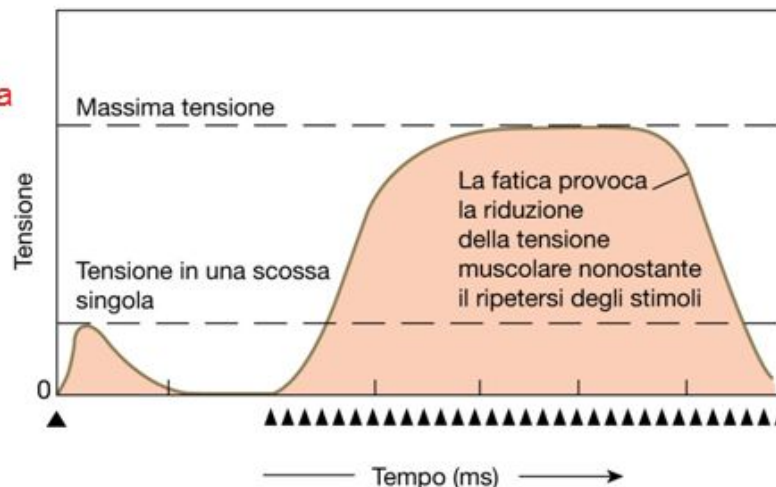


**(c) La sommazione può determinare il tetano incompleto:** l'intervallo fra gli stimoli è abbastanza lungo da consentire un parziale rilasciamento muscolare.



**Aumentando la frequenza di stimolazione aumenta la forza di contrazione del muscolo**

**(d) La sommazione può determinare il tetano completo:** il muscolo raggiunge una tensione costante.



Segnale del Ca<sup>2+</sup>  
 Contrazioni e rilasciamenti  
 Scossa muscolare

Ricordate, futuri Trainer: il muscolo è uno strumento stupendo, ma è il **sistema nervoso** il musicista che lo suona. Ogni gain di forza, ogni miglioramento di coordinazione, ogni gesto atletico più esplosivo è il frutto di un adattamento e di un affinamento di questo sistema incredibilmente complesso.

Comprendere il sistema neuromuscolare vi permetterà di:

- **Programmare** allenamenti che stimolano specifiche unità motorie (lente per la resistenza, veloci per la potenza).
- **Comprendere** l'importanza dell'intenzione di velocità per reclutare le fibre veloci.
- **Spiegare** ai clienti l'importanza del focus mentale durante l'esecuzione.
- **Apprezzare** la profondità degli adattamenti che avvengono nel corpo.

Nella prossima lezione parleremo di metabolismo energetico.