

LA TIPOLOGIA DELLE FIBRE MUSCOLARI ED ALLENAMENTO

Filippo Massaroni e Gerry Cristiantielli

- **TIPOLOGIA DELLE FIBRE**
- **RECLUTAMENTO DELLE FIBRE**
- **IDENTIFICAZIONE DEL TIPO DI FIBRE**
- **ALLENAMENTO DELLE FIBRE LENTE E VELOCI**

L'adattamento dei muscoli scheletrici dipende in larga misura dal reclutamento muscolare, così come dalle loro peculiarità. I tipi di fibre si adattano diversamente ai diversi tipi d'allenamento.

Ci sono ragioni precise sul perché alcuni soggetti riescano ad ottenere più facilmente volumi muscolari rilevanti o sul perché riescano ad eseguire attività di fondo per tempi maggiori rispetto ad altri atleti o comunque affaticandosi meno.

Al fine di progettare al meglio gli allenamenti, per il docente è necessario comprendere l'organizzazione dei muscoli scheletrici.

TIPOLOGIA DELLE FIBRE

Gli umani possiedono di base 3 diversi tipi di fibre muscolari.

Il tipo I (slow-twitch o ST)

- Il tipo I (slow-twitch o ST) identifica fibre a contrazione lenta con una grossa capacità all'affaticamento. Da un punto di vista strutturale, possiedono un motoneurone avente diametro ridotto, un alto numero di mitocondri, l'elevata densità capillare ed un massiccio contenuto in mioglobina. Energeticamente possiedono un quantitativo di creatinfosfato (CP) ridotto, un basso contenuto di glicogeno ed l'immagazzinamento elevato di trigliceridi. Nelle stesse, si colloca una ridotta quantità di enzimi glicolitici, un'elevata quota di enzimi che intervengono nei processi ossidativi (ciclo di Krebs, catena di trasporto degli elettroni). A livello funzionale le fibre I sono coinvolte in attività aerobiche. Queste generano bassi livelli di forza; sono quelle maggiormente attivate nel viver quotidiano.

Il tipo II (fast-twitch o FT)

- Le fibre di tipo II (fast-twitch o FT) sono caratterizzate da veloci tempi di contrazione e da rapido affaticamento. Le differenti proprietà contrattili che ne determinano la tipologia sono in parte date dal tipo specifico del filamento di miosina, catena pesante della miosina, espresso in 3 differenti varietà o isoforme: tipo I, IIa, IIb, in parte dalla quantità di calcio liberato dal reticolo sarcoplasmatico (deposito muscolare del calcio), dall'attività dell'enzima ATPasi (che determina la velocità di scissione dell'ATP). Queste ultime caratteristiche sono più evidenti nelle rapide.

Il tipo IIa (FTa) e IIb (FTb)

- Le fibre di tipo II si suddividono ulteriormente in fibre di tipo IIa (FTa) e IIb (FTb). Le IIa mostrano una moderata resistenza all'affaticamento e rappresentano una via di mezzo tra le I e le IIb. Strutturalmente, le appartenenti a tale tipologia possiedono un motoneurone di notevole diametro, una elevata densità di mitocondri, una capillarizzazione media così come medio è il contenuto di mioglobina. Il contenuto in CP e glicogeno è notevole, mentre medio è il contenuto di trigliceridi. Sia la quantità degli enzimi glicolitici, sia quella degli enzimi della via ossidativa è elevata. Funzionalmente, vengono attivate per attività anaerobiche prolungate e con la capacità di generare notevoli livelli di forza. Di contro, le IIb sono molto sensibili all'affaticamento e vengono reclutate durante le attività anaerobiche di brevissima durata ed elevata intensità. Il livello di forza prodotto è elevatissimo. La velocità di contrazione è di circa 10 volte superiore alla velocità espressa dalle fibre appartenenti al tipo I. Queste sono impegnate nelle esercitazioni e nei gesti durante i quali è richiesta potenza pura. Come le IIa, le IIb possiedono un motoneurone avente un diametro elevato, mentre bassi sono: la densità, il numero di mitocondri e la quantità di mioglobina. La concentrazione di CP e glicogeno è elevata, ma bassa è la riserva di trigliceridi. La quantità di enzimi glicolitici è elevata; ridotta è quella degli enzimi ossidativi.

La tabella seguente riassume quanto riportato

	1 Lente	Tipo IIA Veloci	Tipo IIB Veloci
Tempo di contrazione	Basso	Elevato	Elevatissimo
Dimensione dell'assone	Piccola	Larga	Larghissima
Resistenza all'affaticamento	Elevata	Intermedia	Bassa
Sistema energetico	Aerobico	Anaerobico a lungo termine	Anaerobico a breve termine
Forza prodotta	Bassa	Elevata	Elevatissima
Densità mitocondriale	Elevata	Elevata	Bassa
Densità capillare	Elevata	Intermedia	Bassa
Capacità ossidativa	Elevata	Elevata	Bassa
Capacità glicolitica	Bassa	Elevata	Elevata
Substrato prevalentemente depositato	Trigliceridi	Creatinfosfato e glicogeno	Creatinfosfato e glicogeno

Oltre questi 3 tipi di fibre, ne esistono altre di forma ibrida; possiedono una miscela di isoforme della miosina lenta e miosina veloce. La quantità di tali fibre è minima nei soggetti giovani e maggiore negli adulti e negli anziani. A qualsiasi velocità di movimento, la quantità di forza prodotta dipende dal tipo di fibra reclutata.

Durante una contrazione dinamica, dove alla variazione della lunghezza del muscolo si verifica con il movimento dei segmenti ossei, le FT producono maggiori livelli di forza delle ST.

Durante le contrazioni isometriche, dove, pur variando la lunghezza muscolare, non si registra la variazione degli angoli articolari, le ST producono esattamente la stessa quantità di forza delle FT.

La differenza dei livelli di forza si osserva solo in contrazioni dinamiche.

A qualsiasi velocità generata, la percentuale delle FT coinvolte aumenta con l'aumentare della resistenza.

Tuttavia, nonostante la distribuzione del tipo di fibre, con l'aumentare della velocità d'esecuzione cala la quantità di R che è possibile adoperare. Tra le persone vi è un'elevata variabilità nella percentuale delle diverse fibre. È ampiamente dimostrato come gli atleti di resistenza (endurance) siano in possesso di un maggior numero di ST e velocisti e saltatori abbiano una più alta percentuale di fibre FT.

Una maggiore presenza di FT ha una maggiore influenza sui livelli di forza massima e su quelli di forza esplosiva (potenza).

Sembra che, durante movimenti di natura balistica (ad esempio nei salti), siano solo le FT a fornire il tributo affinché il gesto possa essere eseguito. Di contro, durante il corso di normali contrazioni muscolari volontarie, l'intervento interessa sia le ST, sia le FT. Restando sempre in tale modalità di contrazione, la partecipazione di queste ultime aumenta con l'aumentare della R utilizzata. Resta da ponderare se l'elevata differenza circa la composizione muscolare tra ST e FT sia una risposta allo stimolo allenante, quindi un adattamento epigenetico o un fattore ereditario.

Studi su performance eseguiti su gemelli omozigoti hanno mostrato come la composizione delle fibre muscolari è determinata geneticamente.

In ogni caso, ci sono evidenze che determinano l'adattamento delle strutture muscolari e delle capacità individuali in funzione al tipo d'allenamento eseguito. Infatti, pare che la conversione dei sottotipi di FT sia da attribuire ad un possibile cambio dell'isoforma della miosina pesante.

RECLUTAMENTO DELLE FIBRE

La contrazione muscolare è il risultato ultimo dell'attività degli impulsi nervosi, mediati dal motoneurone, che hanno inizio a livello delle cellule nervose.

Il neurone motore quando giunge nelle prossimità del muscolo, può innervarsi con un numero di fibre muscolari che va da meno di una decina (come per i muscoli oculomotori) fino a qualche migliaio

(come per i glutei). Questo dipende dalla funzione del distretto muscolare; muscoli deputati a movimenti di precisione e di scarsa forza vedono ogni unità motoria che li mette in moto esser composta dal numero ridottissimo di fibre.

Di contro, i motoneuroni che innervano muscoli deputati ad espletare elevati livelli di forza, eccitano un numero elevato di fibre. Come dire la qualità a scapito della quantità.

Quando una cellula nervosa spinale viene attivata dall'impulso nervoso proveniente del cervello, lo è anche il motoneurone con tutte le fibre da esso innervate. Questa è detta legge del "tutto o nulla". Ogni unità motoria, una volta attivata, produce sempre il massimo grado di forza esprimibile. Pertanto, la modulabilità dei livelli di forza espressi da un distretto muscolare è preposta all'aumento del numero delle unità motorie arruolate; lo stesso deriva dalla R utilizzata, quindi dalla % in relazione al massimale.

Ne deriva che, ad una data percentuale di 1RM, tutte le unità motorie vengono reclutate; di conseguenza l'ulteriore livello di forza espresso è da attribuire all'aumento della frequenza di scarica degli impulsi nervosi, quindi dal traffico neuronale.

Il punto in cui il nervo motorio si unisce alle fibre è detto propriamente giunzione neuromuscolare.

L'eccitazione del motoneurone si realizza mediante una serie di reazioni che vedono impegnati gli ioni sodio (Na^+) e ioni potassio (K^+). L'eccitazione del nervo, a livello di giunzione neuromuscolare, provoca il rilascio di un mediatore chimico quale l'acetilcolina. Questo rende la membrana delle cellule muscolari estremamente permeabile al Na^+ . L'addentramento è accompagnato all'estrusione di K^+ . Questa serie di reazioni provoca un'inversione della polarità, propriamente detta depolarizzazione. Il risultato è la formazione di un potenziale d'azione che propagandosi lungo la fibra muscolare genera la sua contrazione.

Le unità motorie (complesso costituito dal motoneurone e dalle fibre innervate) sono arruolate in relazione alla loro dimensione.

Durante una contrazione isometrica volontaria, il modello di reclutamento è controllato dalla dimensione del neurone che approvvigiona le fibre muscolari.

Tutte le fibre muscolari innervate da un motoneurone possiedono le stesse caratteristiche: sono quelle del nervo motorio.

Pertanto, più che di fibre muscolari lente e/o veloci, appare più corretto parlare di unità motorie lente o toniche e/o unità motorie veloci o fasiche.

Le unità motorie innervate da motoneuroni di diametro ridotto, in pratica quello che interagisce con le fibre di tipo I (ST), possedendo una soglia di eccitazione più bassa, vengono reclutate per prima. Con l'aumentare delle richieste di forza, le unità motorie aventi il diametro del nervo più spesso, pertanto una soglia d'eccitazione maggiore, intervengono sommandosi alla prime.

Tuttavia, questo modello di reclutamento viene invertito quando si eseguono movimenti con resistenze modeste (non al di sopra del 60% di 1RM), esprimendo velocità elevatissime.

In questo caso, le unità motorie per prima attivate sono le FT. Comunque, il loro basso grado di affaticabilità permette poche ripetizioni. Nel prolungare l'attività, bisogna accettare la caduta della velocità: con l'affaticarsi vengono man mano sostituite dalle lente.

IDENTIFICAZIONE DEL TIPO DI FIBRE

L'unico modo per determinare direttamente la composizione delle fibre muscolari consta nel compiere un prelievo biotico. Molti studi sono stati eseguiti al fine di individuare indirettamente il tipo di fibre, tra questi sono stati adoperati dinamometri isocinetici ed altri meccanismi.

Il preparatore non disponendo di questi strumenti, al fine di individuare approssimativamente il tipo di fibra che compone un distretto muscolare, può adoperare un metodo alternativo.

La conoscenza del tipo di fibra rappresenta un dato di valore inestimabile per organizzare gli allenamenti. Innanzitutto, bisogna stabilire il proprio 1RM nei differenti esercizi.

Di seguito, utilizzando l'80% dell'1 RM, si deve appuntare il numero di ripetizioni che è possibile portare a termine. Se questo è inferiore alle 7, probabilmente il distretto muscolare è composto da più del 50% da fibre FT. Se invece si riescono a compiere più di 12 ripetute, il gruppo muscolare in esame è composto da più del 50% di fibre ST.

Tuttavia, se il numero di ripetizioni che è possibile eseguire è compreso tra le 7 e le 12, probabilmente la porzione dei differenti tipi di fibre si equipara.

Sebbene questo modo di procedere non sia stato verificato in modo scientifico, offre un modo orientativo per stimare la natura delle fibre dei vari distretti muscolari.

IMPLICAZIONI PER L'ALLENAMENTO

Osservando attentamente il ruolo espletato da un dato distretto muscolare, è possibile compiere un allenamento ben definito. Per esempio, mentre un giocatore di basketball o un velocista possono allenare il muscolo gastrocnemio per la forza, ottenendo così una migliore abilità nei salti e nella velocità, un corridore di fondo può allenarlo per la persistenza.

Pertanto, l'allenamento deve tener presente, potenziandoli, i bisogni specifici richiesti dai differenti distretti muscolari nelle differenti attività sportive.

Il punto limitante resta comunque quello genetico. Allenamenti dediti al fondo (endurance), alla forza e alla potenza causano cambiamenti extragenetici circa l'espressione dell'ATPasi e della catena pesante della miosina, la cui funzione contrattile varia in relazione al tipo di training. Ad esempio, in seguito ad allenamenti di endurance, le fibre IIb assumono le caratteristiche delle IIa, così come dopo periodi dedicati ad allenamenti di potenza, le IIa si accollano peculiarità delle IIb.

In seguito a periodi dediti ad allenamenti di forza (6-8 ripetizioni), è stato dimostrato ugualmente una riduzione del tipo IIb e l'aumento della percentuale delle IIa. Sembra quasi che si sia verificata una interconversione tra i sottotipi delle FT.

Nessuna evidenza appare circa una conversione delle ST in FT. Questo spiega perchè un campione di velocità non potrà, anche eseguendo allenamenti estremamente meticolosi, diventare tale anche in gare di fondo.

Un'altra verità interessante è rappresentata dalla possibilità, con l'intervento chirurgico, di invertire l'innervazione, innervando le fibre lente con motoneuroni aventi grosso diametro e viceversa.

Infatti, come conseguenza, è possibile notare come l'attività delle fibre sia determinata dal motoneurone.

Tuttavia, queste ricerche non sono state eseguite su esseri umani, quindi non c'è nessuna evidenza di come tale intervento possa alterare le performance negli uomini. Sebbene i differenti tipi di fibre non possano convertirsi, è invece dimostrato il possibile cambio di dimensioni. In altre parole, ipertrofizzarsi selettivamente in funzione al tipo d'allenamento eseguito. Ad esempio, se si possiede un rapporto tra FT/ST di 50/50, pur stimolando al meglio le FT, le quali reagiranno allo stimolo aumentando il loro diametro, il rapporto rimarrà inalterato. Resta certo che, pur se in misura inferiore, anche il diametro delle ST varia.

Tuttavia, a parità di diametri, coloro i quali risultano in possesso di un rapporto FT/ST sbilanciato sulle prime, saranno maggiormente muscolati. Infatti, l'elevata entità della R (espressa in kg) circa l'intensità adoperata (% di 1RM) promuove un maggiore sviluppo muscolare. Questo comporta la possibilità di aumentare drammaticamente i livelli di forza.

Di contro, una maggior capacità di persistenza di un dato gruppo muscolare è accompagnata da una riduzione dei livelli di forza. Chi possiede più ST sarà maggiormente propenso a sport di fondo; tali fibre sono in grado d'ottimizzare le cinetiche dell'uptake d'ossigeno

Quando gli allenamenti prevedono l'utilizzo di R elevate, sia le ST, sia le FTa e sia le FTb vengono chiamate al lavoro.

L'utilizzo di R basse, se le ripetizioni vengono compiute a velocità normale, non comporta l'eccitazione delle FTb. Tuttavia, queste ultime, pur mantenendo basse le R, possono essere attivate eseguendo movimenti balistici. Gli stessi, se massimi, inibiscono l'intervento delle FTa e delle ST; subentrano solo con il protrarsi del gesto, pertanto con l'affaticamento delle FTb. Tale sostituzione la si paga con il decremento della velocità.

In finale, se la cadenza delle ripetizioni è normale, per reclutare le FTb è obbligatorio utilizzare elevate % di 1RM.

Se l'obiettivo principale concerne lo sviluppo dei livelli di forza, requisito indispensabile diviene l'utilizzo di una % di 1RM compresa tra il 70 ed il 75% di 1RM (10-12 RM).

Se invece è l'aumento della forza, bisogna gradualmente nel tempo adoperare R pari al 90-95% di 1 RM (2-3 RM); questo modo d'agire permette l'adattamento del sistema neuromuscolare, quindi

del reclutamento intramuscolare, intermuscolare, del sistema neurogeno, minimizzando le inibizioni generate dai sistemi di protezione mediato dagli organi tendinei del Golgi.

Un lavoro in tale direzione interessa direttamente i processi che esaltano lo sviluppo della forza pura.

Se l'obiettivo dell'allenamento è l'aumento dei livelli di forza al fine di "ricavarne il maggior utile possibile" in programmi ipertrofizzanti, è necessario eseguire protocolli composti da serie multiple (5-8 ripetizioni), variando sistematicamente volume ed intensità all'interno delle differenti sessioni.

(Riflessione personale: anche qui la manipolazione volume/intensità si realizza all'interno della settimana come suggerisce Starr, non a "blocchi" settimanali come consiglia Bompa).

L'ipertrofia può essere il risultato dello sviluppo del sarcoplasma e delle proteine facenti parte del non contrattile, oppure dall'aumento nel numero dei filamenti di actina e miosina. Questo secondo tipo di ipertrofia è correlato a maggiori livelli di forza. Pertanto, il maggior potenziale di forza prodotta è proporzionale al numero dei ponti acto-miosinici.

Tale tipo d'ipertrofia può essere osservata tra i sollevatori di peso olimpionici essendo detentori di elevati livelli di forza. Tuttavia, i loro allenamenti sono costituiti da un minor numero di serie totali essendo l'obiettivo centrale l'aumento dei livelli di forza, non l'ipertrofia.

Se lo scopo dell'allenamento è quello di raggiungere discreti livelli d'ipertrofia e modesti guadagni di forza, si dovranno compiere allenamenti costituiti da serie multiple per 6-12 ripetizioni.

Di contro, se la meta è rappresentata da livelli d'ipertrofia fuori dal comune, sarà opportuno alternare in modo ciclico allenamenti composti da esercizi multiarticolari, serie multiple il cui numero totale risulta elevato e ripetizioni comprese tra le 5 e le 8 (per aumentare e mantenere i livelli di forza) ad allenamenti programmati mediante serie multiple il cui numero totale risulta medio-alto, ognuna delle quali composta da 6-10 ripetizioni (per trasformare i nuovi livelli di forza in ipertrofia).