



Copyright © 2015 project inVictus

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo articolo può essere riprodotto o trasmesso tramite sistemi d'archivio, sistemi di scambio file, fotocopie od altri senza la preventiva autorizzazione scritta dell'autore (**Fabrizio Vitali**) e del project inVictus (fatta eccezione per brevi citazioni incluse nelle recensioni).

Il formato PDF di questa guida corrisponde all'articolo pubblicato su:
<http://www.projectinvictus.it/la-forza-e-le-sue-espressioni/>

Introduzione

La pratica ci insegna che la **forza** è una qualità fondamentale per eccellere nelle discipline sportive in cui sono richiesti **movimenti balistici**. Tutti gli sportivi di elite eseguono esercitazioni di forza, ma perché?

In questo scritto si vuole mettere il lettore a conoscenza di quali siano i processi che stanno alla base dello sviluppo di questa complessa qualità fondamentale qual è la forza, mettendolo nelle condizioni di scegliere consapevolmente le strategie del training utili al raggiungimento dello scopo che egli si prefigge.

L'articolo è lungo non perché mi sia fermato a raccontare aneddoti o fare battute; è lungo perché sintetizzare ulteriormente significava trascurare aspetti fondamentali nella comprensione di questa capacità complessa ed affascinante.

La definizione della forza muscolare

Cos'è la forza muscolare?

La forza muscolare si può definire come la capacità che i componenti intimi della materia hanno di contrarsi. (Vittori).

La forza è da considerarsi l'unica **capacità condizionale**, in quanto **velocità** e **resistenza** non sono altro che capacità derivate dell'applicazione di una forza e del suo modo di estrinsecarla. Ad esempio lo scatto di uno sprinter non è altro che la capacità di esprimere elevate punte di forza in tempi brevi all'interno di un gesto tecnico che si sussegue in modo ciclico.

Classificazione delle espressioni di forza

Come si può intuire da quanto detto, la forza può essere espressa in diverse forme. Al riguardo possiamo classificare quattro grandi gruppi di forze:

- **La forza massima**, si esprime quando si muove un carico, il più alto possibile, senza limitazioni di tempo e senza la possibilità di modularne la velocità di spostamento. L'esempio classico di questa espressione di forza è il piegamento profondo sulle gambe con sovraccarico (squat). Faccio riferimento all'espressione concentrica della forza e non a quella isometrica o eccentrica che sono difficilmente rilevabili in quanto dipendenti dall'angolo di partenza e di scarsa utilità per l'applicazione pratica.
- **La forza esplosiva**, si esprime quando si vuole muovere un carico, che consente di modularne la velocità di movimento, il più velocemente possibile partendo da una posizione statica. Un esempio al riguardo, continuando a considerare i muscoli estensori delle gambe, può essere un balzo verso l'alto partendo da posizione seduta su una sedia e con le mani ai fianchi **SJ** (squat jump).
- **La forza esplosivo-elastica**, si esprime quando si vuole muovere un carico il più velocemente possibile e il movimento inizia con una fase eccentrica alla quale segue immediatamente quella concentrica. Continuando a prendere come esempio il piegamento sulle gambe, questa volta la partenza avverrà a gambe distese e il balzo in alto sarà preceduto da un veloce piegamento degli arti inferiori, con le mani sempre tenute ai fianchi **CMJ** (counter movement jump).
- **La forza esplosivo-elastico-riflessa**, come quella elastica, si esprime in un doppio ciclo stiramento-accorciamento, ma in questo caso di ampiezza limitata e di velocità particolarmente elevata. La velocità e la limitatezza d'ampiezza sono condizioni essenziali perché si produca per via riflessa (vengono stimolati i *fusi neuromuscolari*) un'ulteriore stimolazione di forza che si concretizza con un'espressione di forza più elevata. Da qui il termine *riflessa*. Tornando al nostro esempio, questa volta il balzo con partenza a gambe distese, nel suo piegamento-estensione sarà ulteriormente coadiuvato da un'ampia oscillazione dall'alto in basso e in alto delle braccia **CMJA** (counter movement jump with arms). Queste hanno appunto il compito di stirare ulteriormente i muscoli estensori delle gambe e di stimolare perciò i riflessi protettivi muscolari. Ne risulterà un balzo più alto del precedente. Un altro esempio di esercitazione eccentrico riflessa per gli arti inferiori sono i balzi tra gli ostacoli, in questo caso però la struttura maggiormente stimolata non sarà più la coscia, ma il tricipite surale.

Componenti della forza

Le espressioni di forza sopracitate sono influenzate sia da componenti **strutturali**, sia da componenti **neurogene**. Volontariamente, non sono state considerate espressioni che hanno, invece come fattore limitante i **processi metabolici** quali sono le diverse forme di resistenza alla forza ad esempio.

Analizziamo ora quali sono le componenti che determinano le diverse espressioni di forza.

Sezione trasversa delle fibre. Come è ben noto un muscolo che aumenta di dimensioni è in grado di esprimere più forza, questo perché l'ipertrofia è il risultato dell'aumento del numero di miofibrille disposte in parallelo all'interno delle fibre muscolari. Un aumento del numero di miofibrille significa un aumento del numero di sarcomeri. Dato che la forza di un muscolo non è altro che la somma della forza espressa da ogni singolo sarcomero disposto in parallelo, ne risulta che l'ipertrofia muscolare conduce ad un aumento del numero di sarcomeri in parallelo su cui poi il carico viene ripartito.

La percentuale di fibre veloci presenti nel muscolo. In base alle caratteristiche metabolico-funzionali si possono distinguere tre tipi di fibre muscolari: le **fibre di tipo I**, che si affaticano difficilmente ed esprimono bassi picchi di tensione che sviluppano in tempi relativamente lunghi; le **fibre di tipo IIx** che sono invece in grado di sviluppare in breve tempo elevati picchi di tensione ma si affaticano facilmente; infine le fibre di **tipo IIa** che hanno caratteristiche intermedie ai due tipi precedenti.

Ai fini dell'allenamento bisogna però chiarire che questo parametro non è influenzabile, in quanto puramente genetico e gli allenamenti possono soltanto spostare il metabolismo delle fibre di tipo IIa o nel verso aerobico o in quello anaerobico-glicolitico.

Fibre	Caratteristiche generale	Metabolismo	Scossa muscolare	Vascolarizzazione	Affaticabilità	Substrati	
						Glucidi	Lipidi
I	Lente	Aerobico			Scarsa	☆☆☆	☆☆☆
IIa	Rapide	Aerobico anaerobico			Media	☆☆☆	☆
IIb	Rapide	Anaerobico			Elevata	☆☆☆	☆

Figura 1: Classificazione delle fibre muscolari secondo Cometti

La coordinazione intramuscolare. Può essere definita come la capacità delle unità motorie reclutate di raggiungere il massimo picco di tensione tutte nel medesimo istante.

La coordinazione intermuscolare. Può essere definita come la capacità di tutti i muscoli motori di un movimento di contrarsi ed invece di rilassarsi per i muscoli che non ne sono coinvolti, in modo da non costituire un freno.

Frequenza di scarica. Cioè il numero di messaggi al secondo che il cervello invia alle unità motorie reclutate. Viene misurato in Hertz (Hz) e all'aumentare del numero degli impulsi, aumenta la tensione generata da ogni singola unità motoria. Inoltre all'aumentare della frequenza di scarica vengono via via reclutate un numero sempre maggiore di unità motorie, secondo il principio di Hennmann. Le fibre Slow vengono reclutate già a basse frequenze di scarica (5-25 Hz) mentre per reclutare le fibre Fast la frequenza di impulsi deve salire (60-100 Hz). (Bosco).

La capacità di reclutamento spaziale. Può essere definita come la capacità del sistema nervoso di reclutare un numero sempre maggiore di unità motorie all'interno di un muscolo. Questo, tra i fattori di origine neurogena che influenzano la forza, è quello che subisce i primi adattamenti. Successivamente migliora **la capacità di reclutamento temporale**, cioè la capacità di reclutare nel medesimo tempo un numero sempre maggiore di unità motorie.

Sincronizzazione delle unità motorie ed influenza del biofeedback delle cellule del Renshaw. Per sincronizzazione si intende la capacità di reclutare tutte le fibre muscolari nello stesso istante. Perciò questo richiede, da parte del sistema nervoso, la capacità di emettere in un tempo sempre minore alte frequenze di stimolazione. Il biofeedback del Renshaw è un sistema protettivo che impedisce ai motoneuroni di sincronizzarsi ad elevate frequenze di scarica, allo scopo di impedire ai muscoli di produrre tensioni talmente elevate da rischiare di danneggiare l'apparato locomotore. L'obiettivo dell'allenamento della forza è quello di desensibilizzare il circuito protettivo del Renshaw, permettendo così al muscolo di esprimere contrazioni sempre più forti in un tempo sempre minore. Risulta evidente che la sincronizzazione è maggiormente correlata alle espressioni veloci della forza.

Riflesso miotatico. E' controllato dai **fusi neuromuscolari**, organelli a cui è deputata la funzione di proteggere il muscolo da stiramenti eccessivi. La loro attivazione si manifesta quando un muscolo viene improvvisamente stirato oltre la sua lunghezza naturale. In questa situazione i fusi neuromuscolari inviano un segnale eccitatorio ai muscoli che subiscono lo stiramento, inducendone una contrazione. All'interno di movimenti balistici il riflesso miotatico diminuisce il tempo di estrinsecazione e potenzia l'espressione di forza. Al riguardo però, è importante precisare che, secondo studi (Iles 1977; Gottlieb e Agarwal 1979; Chan 1978) il potenziamento del riflesso da stiramento si esplica nell'arco di 40-70 millisecondi dall'inizio dello stiramento. Quindi se si esegue un'azione molto ampia l'azione del riflesso cadrebbe nella fase eccentrica del gesto.

Influenza dei corpuscoli tendinei del Golgi. I corpuscoli tendinei del Golgi sono recettori posti nei tendini, sensibili alla tensione. Se a causa, ad esempio, di un carico elevato si sviluppano tensioni troppo forti a livello tendineo, questi recettori inviano un segnale inibitorio atto a far diminuire la tensione muscolare. Attraverso allenamenti di forza si è in grado di desensibilizzare questi organelli, col risultato che a parità di tensione muscolare sviluppata,

nessun segnale inibitorio riduca l'espressione di forza del movimento.

Influenza delle componenti della forza sulle sue espressioni

Dopo aver spiegato quali sono gli aspetti che stanno alla base dello sviluppo della forza, proviamo ad individuare il loro contributo nelle sue diverse espressioni.

Partendo ad analizzare la **FORZA MASSIMA** essa è fortemente influenzata da:

SEZIONE TRASVERSA DELLE FIBRE, infatti si avrà a disposizione un numero maggiore di sarcomeri in parallelo sui quali ripartire il carico. **RECLUTAMENTO SPAZIALE**, allo stesso modo dell'ipertrofia, se avrò imparato ad utilizzare un maggior numero di fibre sulle quali ripartire il carico potrò spostare un carico più elevato.

COORDINAZIONE INTRAMUSCOLARE ED INTERMUSCOLARE.

Questo porta a migliorare il contributo di ogni singolo muscolo e delle catene muscolari che realizzano un gesto. **INFLUENZA INIBITORIA DEI CORPUSCOLI TENDINEI DEL GOLGI.**

Riducendone la loro sensibilità infatti, a livello tendineo potrà essere sopportata una maggiore tensione senza che un segnale protettivo la riduca.

Tra le componenti che influenzano l'espressione massima della forza in modo meno significativo sono da annoverare:

LA FREQUENZA DI' SCARICA, IL RECLUTAMENTO TEMPORALE E LA SINCRONIZZAZIONE.

Possono essere trattate contemporaneamente, infatti per reclutare tutte le unità motorie è necessario emettere da parte del sistema nervoso frequenze di scarica elevate, però le frequenze di scarica non raggiungeranno il limite fisiologico in quanto tali intensità si potranno raggiungere solo nelle espressioni veloci della forza, al riguardo è utile sapere che il sistema nervoso si stanca velocemente ed esprime la massima attività neurogena per periodi non superiori a 600 ms. (Gydikov e coll. 1987).

Non sembra invece influire sullo sviluppo della forza massima **IL RIFLESSO MIOTATICO**, in quanto esplica la sua funzione in movimenti a ciclo stiramento accorciamento.

Volontariamente non è stata classificata l'influenza della MORFOLOGIA DELLE FIBRE, in quanto da un lato, la bibliografia a cui faccio riferimento non si esprime in modo chiaro al riguardo e dall'altro, questo parametro non è influenzabile dall'allenamento. Comunque, senza trarre conclusioni assolute vorrei lasciare spazio ad un breve e semplice ragionamento. Si è detto che le fibre di tipo IIX sono quelle che esprimono più alti picchi di tensione, di conseguenza un soggetto ricco di fibre veloci dovrebbe avere a disposizione un potenziale di forza maggiore di un soggetto ricco di fibre lente. Anche l'esperienza pratica tende a dimostrare questo, infatti tutti gli atleti che eccellono in sport di forza esplosiva, se sottoposti a test di forza massima, sono in grado di esprimerne alti livelli.

Prima di proseguire l'indagine dell'influenza delle varie componenti della forza sulle sue diverse espressioni è utile inserire in grafico che rappresenti tutto ciò.

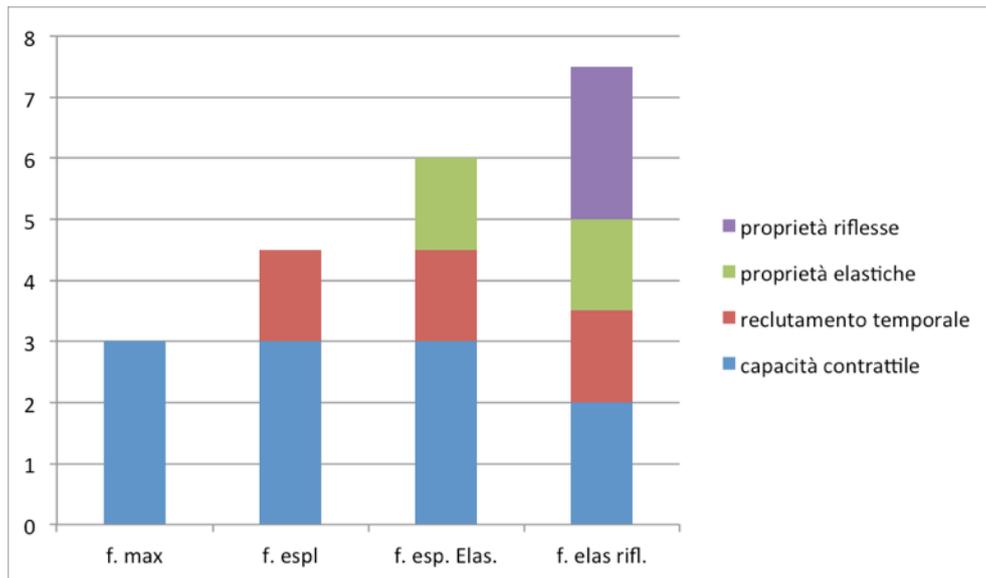


Figura 2: rappresentazione schematica dei fattori fondamento delle espressioni di forza. Dal grafico si nota chiaramente che la capacità contrattile è la qualità base di tutte le manifestazioni di forza, inoltre la forza esplosiva differisce solo in piccola parte dalla forza massima, mentre la forza elastico riflessa presenta nella sua espressione un elevato numero di fattori che la distinguono dalla forza massima. L'esatta influenza dei vari fattori è difficilmente quantificabile, così, per comodità di comprensione è stato dato valore 3 alle componenti che determinano la forza massima (essendo queste in quantità elevata) mentre valore di 1,5 a tutte le altre componenti. Il grafico in figura è una semplificazione di quello proposto da *Carlo Vittori* per schematizzare i fattori determinanti le diverse espressioni di forza.

Dalla figura n 2 risulta facile comprendere come forza massima e forza esplosiva presentino caratteristiche comuni. Infatti quasi tutte le componenti di base della forza massima sono importanti per esprimere alti picchi di forza esplosiva. La cosa che però differenzia, fondamentalmente, le due espressioni sta nel tempo della sua estrinsecazione.

Tornando ad analizzare i diversi parametri, risulta che la **FORZA ESPLOSIVA** è altamente influenzata da:

PERCENTUALE DI FIBRE VELOCI. Infatti maggiore è il numero di fibre veloci a disposizione maggiore sarà la possibilità di esprimere forza nell'unità di tempo, come detto queste fibre esprimono alti livelli di forza in breve tempo.

COORDINAZIONE INTRAMUSCOLARE ED INTERMUSCOLARE; FREQUENZA DI SCARICA E SINCRONIZZAZIONE.

Perchè tutte le fibre esprimano il massimo della loro tensione nel minor tempo possibile è necessario che il sistema nervoso esprima il suo limite fisiologico nell'emissione di frequenze di scarica. Questa capacità include dunque anche **RECLUTAMENTO SPAZIALE E TEMPORALE**.

Per quel che riguarda l'influenza delle **DIMENSIONI DELLE FIBRE** ancora una volta la bibliografia non si esprime in modo chiaro, classificando come ininfluyente questo aspetto per

lo viluppo della forza esplosiva. Volendo però approfondire l'analisi, risulta che il fattore ipertrofia cresce di importanza al crescere del carico spostato. Infatti se facciamo riferimento alla **curva di Hill** che rapporta la forza alla velocità, si può notare che se aumentiamo la forza, aumenterà la velocità con cui siamo in grado di muovere un carico. Ricordo che prendendo in esame l'ipertrofia, l'aumento della forza è conseguenza dell'aumento del numero di sarcomeri in parallelo e perciò del numero di teste di miosina sulle quali sarà ripartito il carico da muovere.

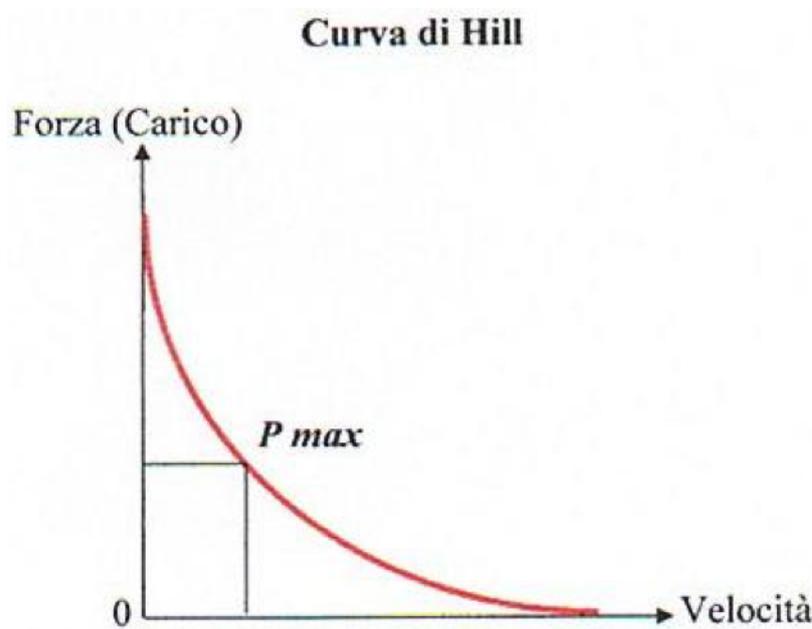


Figura 3: La curva di Hill mostra come più il carico da muovere si allontani da quello massimale più esso sarà spostato velocemente.

Continuando a riferirci alla figura n3 risulta che a parità di carico e lasciando invariati tutti gli altri parametri che influenzano la forza, se a seguito di un allenamento indirizzato all'ipertrofia aumentiamo il numero delle miofibrille di un muscolo e su ogni miofibrilla graverà un carico inferiore a quello precedente lo sviluppo di massa muscolare. Perciò ogni miofibrilla potrà accorciarsi più velocemente. Come detto questo vantaggio risulta particolarmente evidente quando i carichi da muovere sono elevati e via via si riduce al calare del carico fino ad essere del tutto irrilevante per carichi molto bassi. Dare una stima di tale influenza non è possibile, in quanto nella pratica un allenamento ipertrofizzante è accompagnato anche da l'incremento di altri parametri che influenzano lo sviluppo della forza, qualsiasi tipo essa sia. In ogni caso, prendendo in esame l'esercizio di riferimento della forza esplosiva degli arti inferiori (SJ) non si può negare in assoluto l'influenza dell'ipertrofia.

In fine, è da ricordare che intensi allenamenti diretti all'ipertrofia aumentano notevolmente la viscosità muscolare, quindi in prestazioni di forza veloce questo effetto è assolutamente deleterio.

Un discorso simile a quello dell'ipertrofia può essere fatto per l'inibizione dei **CORPUSCOLI TENDINEI DEL GOLGI**, in quanto la loro azione si manifesta quando i carichi da spostare sono elevati, mentre le esercitazioni di forza esplosiva si svolgono con carichi lontano da quelli

massimi. Al riguardo sembrerebbe che la forza espressa nello SJ non superi il 35-40% della massima forza isometrica (Bosco e coll. 1982).

Analizzando il **RIFLESSO MIOTATICO** vale lo stesso discorso della forza massima, cioè questo parametro non influenza la forza esplosiva, in quanto non c'è una fase di stiramento che precede il lavoro concentrico.

Infine, per semplificare lo studio, analizziamo contemporaneamente come **FORZA ESPLOSIVO-ELASTICA** e **FORZA ESPOSIVO-ELASTICO-RIFLESSA** vengano influenzate dagli aspetti morfologici e nevrosi. L'analisi contemporanea è giustificata dal fatto che le due espressioni di forza sono accomunate dalla maggior parte degli aspetti e che le caratteristiche che le differenziano vengono maggiormente evidenziate se confrontate contemporaneamente. L'ulteriore permesso che è doveroso fare prima di continuare la spiegazione è che l'analisi seguente fa riferimento alle due esercitazioni di forza esplosivo-elastica ed esplosivo-elastico-riflessa da noi considerate come movimenti di riferimento, cioè CMJ e CMJA. Infatti, a seconda delle esercitazioni scelte, l'influenza dei parametri analizzati potrebbe cambiare in modo significativo, come vedremo con un esempio* in seguito.

Come la forza esplosiva entrambe queste espressioni di forza sono altamente influenzate da: **PERCENTUALE DI FIBRE VELOCI**. Al crescere della velocità di esecuzione del gesto cresce l'influenza della percentuale di fibre veloci nel muscolo. In particolare, come già detto, le esercitazioni eccentrico-riflesse prevedono un brevissimo tempo di estrinsecazione della forza e quindi sarà fondamentale possedere un'elevata percentuale di fibre fast per sviluppare alte prestazioni di forza riflessa.

Per quel che riguarda l'influenza delle **DIMENSIONI DELLE FIBRE** ribadiamo semplicemente il concetto per cui al crescere della velocità di esecuzione del gesto diminuirà l'influenza delle dimensioni delle fibre. Dato che in entrambe le espressioni di forza le velocità di contrazione saranno superiori a quella della forza esplosiva, possiamo dire che l'influenza delle dimensioni delle fibre è inferiore a quella delle esercitazioni esplosive.

Dal punto di vista strutturale è interessante notare, che a differenza di quello che si crede generalmente, cioè che le proprietà elastiche risiedano nel connettivo dei tendini e delle guaine che avvolgono i muscoli (epimisio, perimisio ed endomisio), la maggior parte delle proprietà elastiche del muscolo risiede all'interno dei ponti tra actina e miosina. (Huxley e Simmons 1971)

Coordinazione intramuscolare ed intermuscolare, frequenza di scarica, sincronizzazione, reclutamento spaziale e temporale

Allo stesso modo della forza esplosiva anche forza elastica e forza eccentrico riflessa richiedono nelle loro espressioni che tutte le fibre esprimano il massimo della loro tensione

nel minor tempo possibile. In oltre questi aspetti neuromuscolari vengono ulteriormente potenziati dal **RIFLESSO MIOTATICO**.

Occorre però precisare che negli esercizi riferimento da noi presi in esame, il riflesso miotatico avrà un influenza molto limitata nel CMJ in quanto questo esercizio è caratterizzato da un'ampia fase eccentrica, mentre nel CMJA, nonostante il piegamento delle gambe sarà pressoché identico al salto senza braccia, sarà appunto il veloce movimento verso il basso delle braccia a stimolare i fusi neuromuscolari.

Per quel che riguarda i **CORPUSCOLI TENDINEI DEL GOLGI** nelle esercitazioni di CMJ e CMJA la loro influenza inibitoria risulta essere veramente limitata. Il discorso cambierebbe invece completamente se venisse analizzata la loro influenza nelle classiche esercitazioni di forza eccentrico-riflessa quali sono i balzi preceduti da caduta da differenti altezze ad esempio*, infatti nonostante il carico sia ancora rappresentato dal peso corporeo, la tensione che i tendini devono sopportare dopo una caduta verso il basso DJ (drop jump) sottopone queste strutture ad una forza che può evidenziare le proprietà inibitorie dei corpuscoli tendinei. Al riguardo Bosco, nei suoi studi sui salti con partenza dall'alto verso il basso, ha individuato altezze ottimali di caduta. Egli infatti ha notato che negli esercizi di DJ all'aumentare dell'altezza di caduta aumentava l'altezza del salto successivo, ma superata "l'altezza ottimale di caduta" i salti che ne seguivano risultavano inferiori. Egli individuò appunto nei corpuscoli tendinei del Golgi i responsabili di questa riduzione di forza. In queste esercitazioni, infatti, esiste uno stretto rapporto tra il potenziamento nervoso di cui è responsabile il riflesso miotatico e l'inibizione esercitata dai corpuscoli tendinei del Golgi. In pratica se le altezze di caduta erano particolarmente elevate prevaleva l'inibizione rispetto all'eccitazione, col risultato di ridurre l'altezza di salto.

E' doveroso precisare che, in questo tipo di esercitazioni non solo cambiano gli aspetti legati all'influenza di corpuscoli tendinei e di riflesso miotatico, ma anche quelli relativi alla capacità delle fibre di produrre tensione. In questo caso la capacità contrattile diminuirebbe la sua importanza. Se, come fatto in precedenza, volessimo schematizzare l'influenza dei fattori fondamento delle espressioni di forza, considerando i DJ quali esercizio di riferimento della forza elastico-riflessa il grafico che ne risulterebbe sarebbe il seguente:

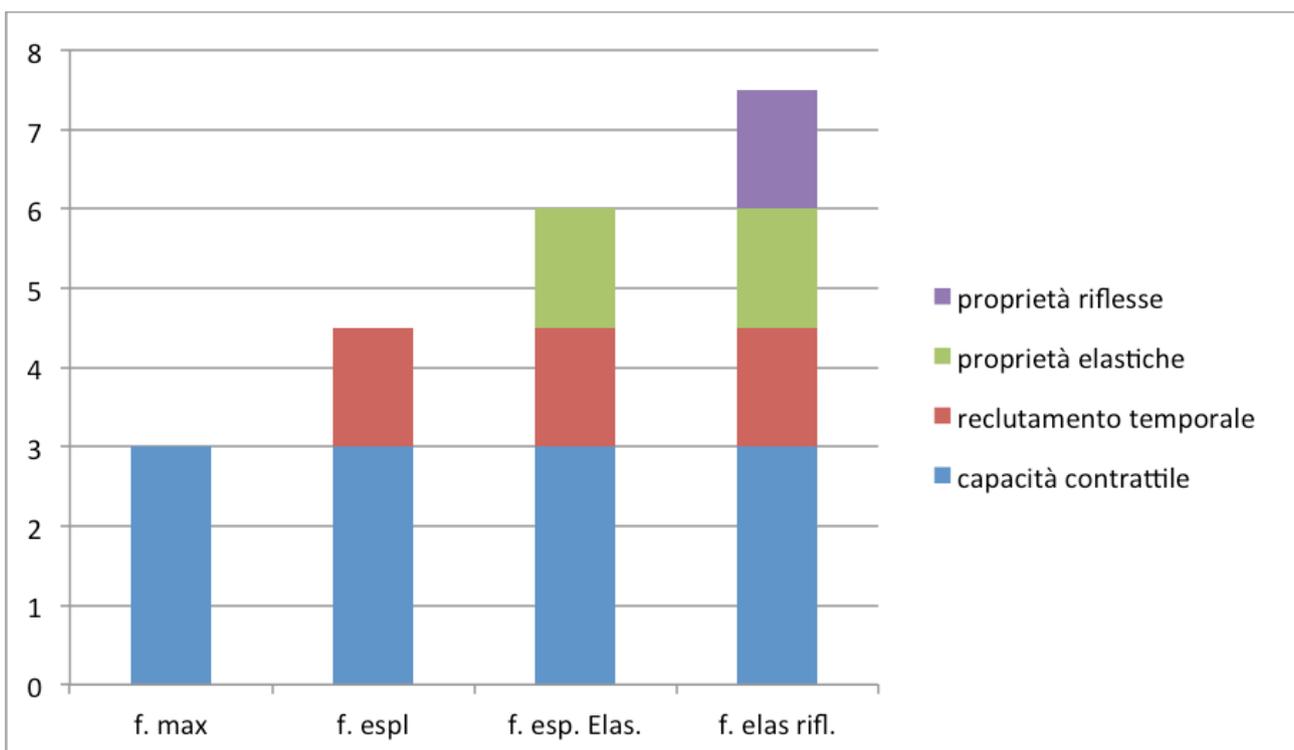


Figura 4: rappresentazione schematica dei fattori fondamento delle espressioni di forza prendendo come riferimento il DJ per l'espressione elastico-riflessa della forza.

A conferma di ciò in precedenza è stato detto che in questo tipo di esercitazioni la muscolatura maggiormente sollecitata è quella del polpaccio, mentre nel CMJA la forza era espressa soprattutto da glutei e muscoli delle cosce.

Questa analisi risulta quindi fonte di spunto, dalla quale si può comprendere come ogni esercitazione stimola in modo differente gli aspetti legati all'espressione di forza. Per chiarire meglio il concetto pensiamo, per esempio, di voler stimolare la forza esplosiva tramite lo squat parallelo, eseguendo serie da 3-4 ripetizioni con un carico pari al 70% del massimale. In questo caso, sempre riferendoci al grafico in fig. 2, l'influenza della capacità contrattile aumenterebbe notevolmente.

In fine, a differenza di quello che si trova normalmente ne i testi e gli articoli che danno indicazioni riguardanti i sistemi di allenamento delle espressioni della forza (ad esempio come allenare la forza esplosiva), di seguito proporrò esempi di come possono essere stimulate le componenti della forza attraverso esercitazioni.

Per quel che riguarda la **sezione trasversa delle fibre**, credo sia utile sottolineare che, se l'obiettivo è quello di ipertrofizzare le fibre (in particolare quelle veloci) dovremo concentrarci sull'utilizzo di carichi elevati ed un basso numero di ripetizioni. In ogni caso la bibliografia è talmente ricca al riguardo dell'ipertrofia che non vale la pena soffermarsi su questo argomento. In oltre, difficilmente gli atleti svolgono allenamenti indirizzati all'ipertrofia, ma essa è semplicemente una conseguenza degli allenamenti da essi praticati.

La percentuale di fibre veloci presenti nel muscolo. Come detto, questo è un parametro puramente genetico. Ancora, attraverso l'allenamento si può modificare il metabolismo delle fibre di tipo IIa nella direzione anaerobico-glicolitico. Ma questo è un aspetto metabolico e non è oggetto di questo studio, in ogni caso chi lavora prevalentemente attraverso esercitazioni di forza o forza esplosiva, sicuramente sposterà il metabolismo di queste fibre nel verso anaerobico.

Coordinazione intramuscolare e coordinazione intermuscolare. Sono entrambi aspetti coordinativi e perciò legati all'esecuzione del gesto, migliorano velocemente nei principianti. Il modo migliore di stimolarli è quello di eseguire un numero elevato di ripetizioni. Perciò se si vuole migliorare l'esecuzione dello squat ad esempio, un buon modo per influenzare questi due parametri è il **10 X 10** (Serie x ripetizioni). Riguardo al carico questo deve permettere in tutte le ripetizioni un'esecuzione il più tecnica possibile, priva da compensi. È da ricordare però, che i miglioramenti dovuti a questi aspetti sono evidenti in soggetti privi di esperienza e si saturano in breve tempo.

La capacità di reclutamento spaziale. Anche questo aspetto come quello relativo alla coordinazione intra ed inter muscolare ha grande effetto sui principianti. In questo caso, oltre a porre l'attenzione su un numero elevato di ripetizioni che il soggetto deve eseguire, è fondamentale che il carico stimoli il reclutamento di tutte le fibre disponibili. Al riguardo è bene precisare che quasi tutte le unità motorie presenti in un determinato gruppo muscolare vengono stimulate quando si deve sollevare un carico pari al 50% del carico massimale (CM), se si tratta di muscoli di piccole dimensioni, mentre con i muscoli di

grandi dimensioni, il carico può raggiungere l'80-85% del CM prima di reclutare tutte le fibre disponibili (Sale 1988). Perciò continuando a considerare lo squat, per reclutare tutte le fibre i carichi da utilizzare dovranno essere elevati. L'esempio di una seduta di forza mirante al miglioramento del reclutamento spaziale potrebbe essere un **allenamento piramidale** così costituito 2 serie X 6 ripetizioni (70%); 2X5(75%); 2X4(80%); 2X3(85%). Per quel che riguarda i tempi di recupero spesso la bibliografia parla di 3'/5' cioè recuperi completi. L'esperienza insegna invece, che soprattutto per i principianti, 2' sono un tempo più che sufficiente per poter completare le serie di squat in modo efficiente. In oltre, non eseguire recuperi completi, metterà il sistema nervoso in una condizione di affaticamento utile a stimolare i processi di supercompensazione.

Frequenza di scarica e reclutamento temporale.

L'obiettivo di stimolare il sistema nervoso ad emettere salve di treni di stimoli di sempre più elevata frequenza di impulsi nervosi, per accrescere il reclutamento temporale di una maggiore quantità di unità motrici viene soddisfatto ogni qual volta al carico da spostare venga impressa la maggiore velocità possibile.

In pratica questo significa che sia i carichi massimali, sia i carichi sub massimali, sia i balzi (SJ), sia i balzi pliometrici (balzi tra gli ostacoli) possono soddisfare questa esigenza, a patto che, durante la fase concentrica, si imprima al carico da muovere la massima velocità possibile.

La differenza sostanziale tra le esercitazioni con carichi massimali ed i balzi ad esempio, non sta nell'intensità dello stimolo, ma nella sua durata. Infatti utilizzando in carichi vicini al massimale il tempo di lavoro potrà essere ma superiore ad 1"; mentre nello SJ raggiunge appena 0,3" e 0.1" nei balzi tra gli ostacoli. È proprio una sollecitazione protratta per lungo tempo che favorisce processi di adattamento più duraturi.

Una critica riguardo all'uso dei carichi massimali potrebbe essere quella che questi ultimi non stimolano il reclutamento temporale. Questo è vero se l'obiettivo diventa semplicemente quello di sollevare il carico, invece se si cerca di imprimere la massima velocità al peso, anche con carichi massimali verrà stimolato il reclutamento temporale.

Un esempio di esercitazione indicata a stimolare la frequenza di scarica e il reclutamento temporale è lo squat parallelo esplosivo con un carico pari al 70% del CM in serie da 3-5 ripetizioni. Le serie possono arrivare anche ad 8-10 e le pause devono permettere di poter esprimere potenze superiori al 90% della potenza massima. Se non avete a disposizione un strumento che rilevi la potenza, normalmente pause tra i 2' e i 3' permettono di poter reiterare potenze massime.

Sincronizzazione delle unità motorie ed influenza del biofeedback delle cellule del Renshaw.

Per stimolare il reclutamento di tutte le fibre muscolari nello stesso istante e quindi desensibilizzare il circuito del Renshaw i testi affermano che lo stimolo migliore si quello delle esercitazioni pliometriche. Questo non si può negare ma credo sia utile sapere che si può "fare sincronizzazione" anche attraverso carichi massimali, in quanto il sistema nervoso dovrà emettere frequenze di scarica molto elevate, che avranno come effetto un reclutamento veloce di tutte le unità motorie per poi aumentare fino ai limiti del sistema nervoso. Una conferma del fatto che il sistema nervoso se stimolato attraverso il CM dovrà utilizzare tutto il suo potenziale e proprio data dall'incapacità di replicare una seconda volta il CM. Infatti il fattore che rende impossibile eseguire una seconda ripetizione non è assolutamente di tipo energetico, ma è proprio l'incapacità del cervello di replicare frequenze di scarica massimali per un tempo protratto. È infatti risaputo che quest'organo si affatica facilmente se stimolato al massimo del suo potenziale. Questo è il motivo per cui invece si può replicare un carico

molto alto (95% del CM ad esempio) per 2-3 ripetizioni. Ancora una volta non si tratta di questioni energetiche ma di stimolazione inferiore del sistema nervoso.

Quindi un esempio di lavoro utile a migliorare la sincronizzazione potrebbe essere quello di eseguire serie di squat con carichi tra il 90 ed il 100% del CM con tempi di recupero superiori ai 2'.

Con questo esempio non voglio dirvi che questo è il sistema migliore per stimolare la sincronizzazione, ma semplicemente che la pliometria non è l'unico mezzo per migliorare la sincronizzazione. Infatti tutti i mezzi utili al miglioramento della frequenza di scarica e del reclutamento temporale, se svolti alla massima intensità, sono utili anche alla sincronizzazione.

Come si può intuire facilmente è estremamente difficile indicare un mezzo di allenamento che stimoli solo una caratteristica della forza. In linea di massima, come indicato nella figura n. 2, maggiore forza dovremo estrarre nell'unità di tempo, maggiori saranno le componenti stimulate, però minore sarà il tempo di stimolazione.

Riflesso miotatico. L'obiettivo di potenziare il segnale eccitatorio di cui è responsabile il riflesso miotatico, non può avvenire che attraverso esercitazioni eccentriche riflesse. Queste esercitazioni devono avere come denominatore comune la limitata variazione angolare delle articolazioni interessate. Infatti, come già detto, se il movimento fosse caratterizzato da un'ampia fase eccentrica, il potenziamento dato dal riflesso miotatico cadrebbe in quest'ultima e non in quella concentrica.

Per quel che riguarda gli arti inferiori, tutte le esercitazioni di balzi che presentano un limitato tempo di contatto a terra sono utili ad eccitare i fusi neuromuscolari.

Il riflesso miotatico può però essere stimolato anche attraverso sovraccarichi. I sollevamenti olimpici ne sono un esempio. Quando, durante l'alzata gli atleti staccano i piedi dal terreno per poi riprendervi contatto in modo "violento". Questa è una situazione in cui la forza viene espressa in modo eccentrico-riflesso.

Per quel che riguarda il volume e la frequenza delle esercitazioni pliometriche, questo è estremamente variabile e dipende soprattutto dal grado di allenamento del soggetto. Infatti i principianti che non si allenano in modo costante attraverso questo tipo di esercitazioni necessitano di periodi relativamente lunghi (almeno 4 giorni) (Bosco 1992) prima di poter reiterare prestazioni massimali. Questo perché le capacità di recupero in atleti non sottoposti ad elevati carichi di lavoro muscolare sono più lunghe di quelle necessarie a coloro i quali sollecitano le qualità visco-elastiche e neuromuscolari con maggiore intensità come i saltatori ad esempio (Bosco 1990).

Esempio di lavoro eccentrico riflesso: 6 serie da 6 ostacoli. Gli ostacoli sono posti all'altezza e alla distanza massima che permettono al soggetto il loro superamento. Tempo di recupero 2'/3'

Influenza dei corpuscoli tendinei del Golgi.

L'obiettivo di desensibilizzare i corpuscoli tendinei del Golgi passa attraverso esercitazioni in cui si sviluppano tensioni molto elevate.

Tutte le esercitazioni con carichi massimali o con una fase eccentrica estremamente veloce sono utili a raggiungere questo scopo.

Un'esercitazione poco conosciuta che è utile a desensibilizzare i corpuscoli tendinei del Golgi è il ½ squat continuo. Questa è un'esercitazione con sovraccarico che oltre alle caratteristiche eccentriche riflesse si sviluppa in modo ciclico. Questo sviluppo ciclico è particolarmente

interessante per stimolare, tra le altre cose, le qualità elastiche del muscolo, che come detto in precedenza, risiedono in massima parte nella testa della miosina

Conclusioni

Lo studio fin qui condotto indica l'impossibilità di considerare a priori un sistema "migliore" per sviluppare le componenti della forza. Infatti è dimostrato come sia esercitazioni con sovraccarichi elevati che esercitazioni con carichi leggeri possano stimolare i diversi aspetti che concorrono all'espressione di forza. Si è visto inoltre che esercitazioni con carichi leggeri provocano stimoli generalmente più intensi (le attività elettromiografiche più elevate vengono registrate nei balzi pliometrici), ma di durata molto breve, al contrario utilizzando carichi molto elevati lo stimolo risulta protratto nel tempo, ma l'attività elettromiografica risulta essere sì alta, ma non massima.

La pratica dell'allenamento, con la quale mi trovo d'accordo, insegna ad utilizzare maggiormente stimoli protratti nel tempo (carichi elevati) nei soggetti principianti e negli atleti evoluti ma lontano dal periodo competitivo per questi ultimi, mentre le esercitazioni esplosive dovrebbero concentrarsi maggiormente vicino al periodo competitivo per i soggetti esperti e utilizzate in minore quantità nei principianti, ammesso che nei principianti l'obiettivo sia quello di sviluppare la forza in breve tempo.

Tutto quello che si è detto fin'ora risulta però di marginale importanza se paragonato alla capacità di transfert delle esercitazioni. In un giocatore di pallavolo o in un pesista dell'atletica leggera, ad esempio, lo squat avrà un transfert elevato in quanto nel pallavolista il salto a due piedi avverrà dopo una brevissima rincorsa mentre il pesista dovrà accelerare al massimo il suo corpo in uno spazio ristretto, in entrambi i casi l'espressione di forza sarà esplosiva ed esplosiva elastica e come visto in fig 2. la forza massima ha grande transfert sulla forza esplosiva. Discorso diverso sarebbe per un velocista dell'atletica nella cui prestazione si alternano in modo ciclico passi alternati nei quali la forza passa da di tipo esplosivo nel primo passo, ad esplosivo elastica nei passi in cui il bacino è basso, per passare dopo i primi 15-20 m al massimo ad un'espressione eccentrico riflessa. Per cui, anche per un centista, nella maggior parte della competizione la forza espressa sarà eccentrico riflessa. Come visto la correlazione tra forza massima e forza riflessa è assai limitata. In oltre il gesto aciclico dello squat avrà ulteriore bassa correlazione col gesto ciclico della corsa. Se il tempo a disposizione è limitato, la scelta dovrà quindi ricadere su esercitazioni speciali e specifiche che hanno un transfert immediato sul gesto di gara. Questo non tanto perché viene sollecitato il tipo specifico di forza ma perché viene stimolato il gesto tecnico. Infatti il transfert della tecnica è così elevato sulla prestazione da compensare enormemente deficit di forza, per lo meno fino ad atleti di livello medio o medio-alto.

Carlo Vittori nei suoi studi stabilì dei parametri di forza necessari per correre i 100 m in determinati tempi. Tra questi egli stabilì che per correre la distanza in 10.60"-10.40" era necessaria una forza esplosiva, misurata attraverso lo SJ, di 40-45 cm.

Conosco personalmente tantissimi atleti che hanno prestazioni di SJ anche superiori a quelle indicate ma che a fatica corrono i 100 m in 11.20". Com'è possibile tutto ciò? La forza che permette di accelerare il corpo in verticale, si può trasferire alla prestazione del velocista solo se le leve corporee e gli angoli di lavoro si trovano ad ogni istante in posizioni utili ad accelerare il corpo dell'atleta nel modo più efficace possibile. Possedere una tecnica ottimale significa quindi essere in grado di trasferire la forza nella direzione più utile alla prestazione.

Portare un atleta ad una prestazione di SJ di 40-45 cm è piuttosto semplice, portare lo stesso atleta a possedere una tecnica che gli permetta di correre 100 m in 10.40" è cosa estremamente difficile credetemi!!

Altra conferma al riguardo è l'utilizzo dei farmaci per migliorare la prestazione di questi atleti. Ma signori a cosa pensate che servano per uno sprinter i farmaci che stimolano l'anabolismo? Credete che servano ad ingrossare le fibre dell'atleta in modo che sollevi più peso? Servono solo a permettergli di recuperare più velocemente, in modo da potersi allenare con volumi maggiori e qualità superiori. Infatti è solo attraverso un volume di lavoro elevatissimo che questi atleti riescono a migliorare il gesto di corsa, che poi gli permetterà di correre più velocemente.

La foto iniziale di **Pietro Mennea** non è stata scelta a caso. Egli infatti è stato uno dei migliori esempi di come si possa sopperire a carenze muscolari e genetiche. Del resto, è risaputo che i risultati straordinari raggiunti da Mennea sono soprattutto il frutto di enormi volumi di allenamento, indispensabili a sviluppare quella tecnica e tattica di gara che egli riuscì a padroneggiare grazie alla propria volontà e agli insegnamenti del prof. Vittori.

Mi sembra doveroso quindi sottolineare che, come detto, la forza è una qualità indispensabile per eccellere nelle discipline di potenza e velocità, ma che il bilancere è solo uno dei mezzi per sviluppare questa qualità. Esiste infatti, anche la possibilità di sviluppare forza attraverso esercitazioni speciali e specifiche di gara (stimolando quindi la forza specifica) e nel caso di carenze tecniche questa è sicuramente la via da prediligere.

Bibliografia.

- La forza muscolare. Aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche. Di Carmelo Bosco.
- Le gare di velocità. La scuola italiana di velocità 25 anni di esperienze di Carlo Vittori e Collaboratori

Note sull'autore:

Dott. **Vitali Fabrizio**. Laurea triennale in scienze motorie (università degli studi di Brescia);

Laurea magistrale in scienza e tecnica dello sport (università degli studi di Milano).

Preparatore atletico nel volley professionale (superliga russa).

Atleta Fidal.

Mail: fabriv2002@yahoo.it