

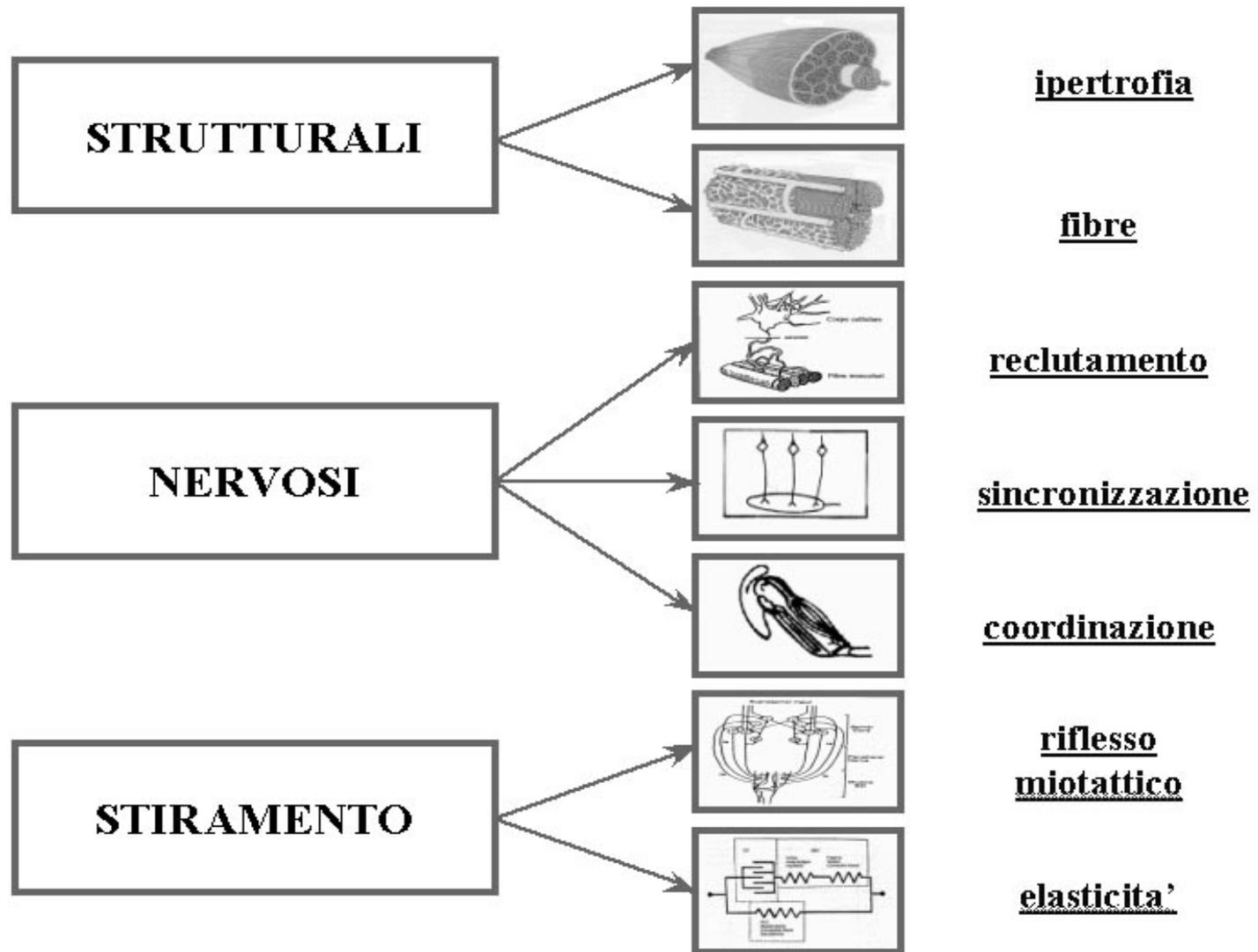
# STUDI CLASSICI SULLA FORZA ED IL SUO ALLENAMENTO

Una breve rassegna sui più  
importanti studi

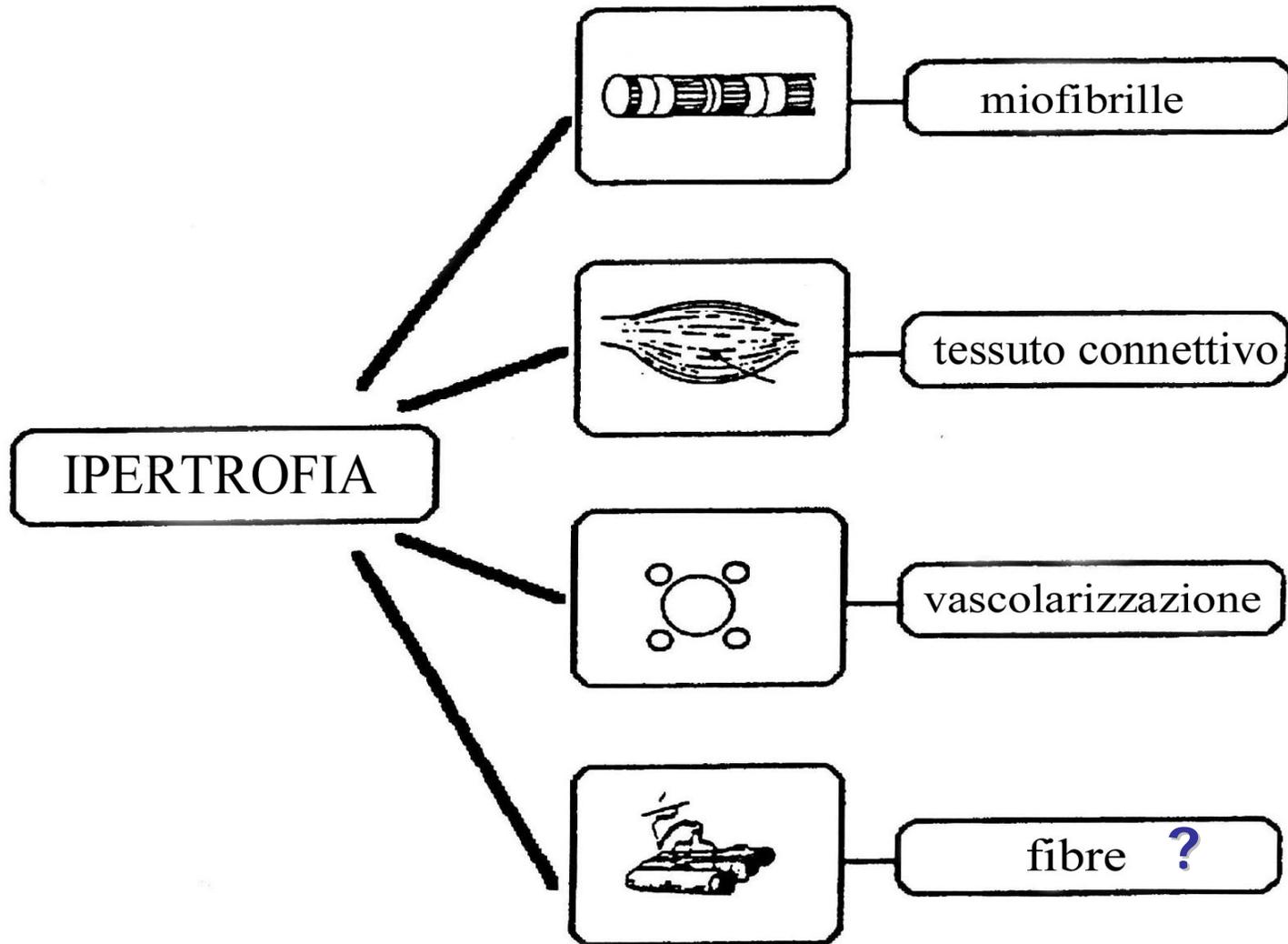
# **MECCANISMI DELLA FORZA**

**La possibilità per un atleta di produrre forza e velocità sempre più elevata dipende da diversi fattori che possiamo così sintetizzare:**

- 1. STRUTTURALI**
- 2. NERVOSI**
- 3. RIFLESSI (allungamento accorciamento)**

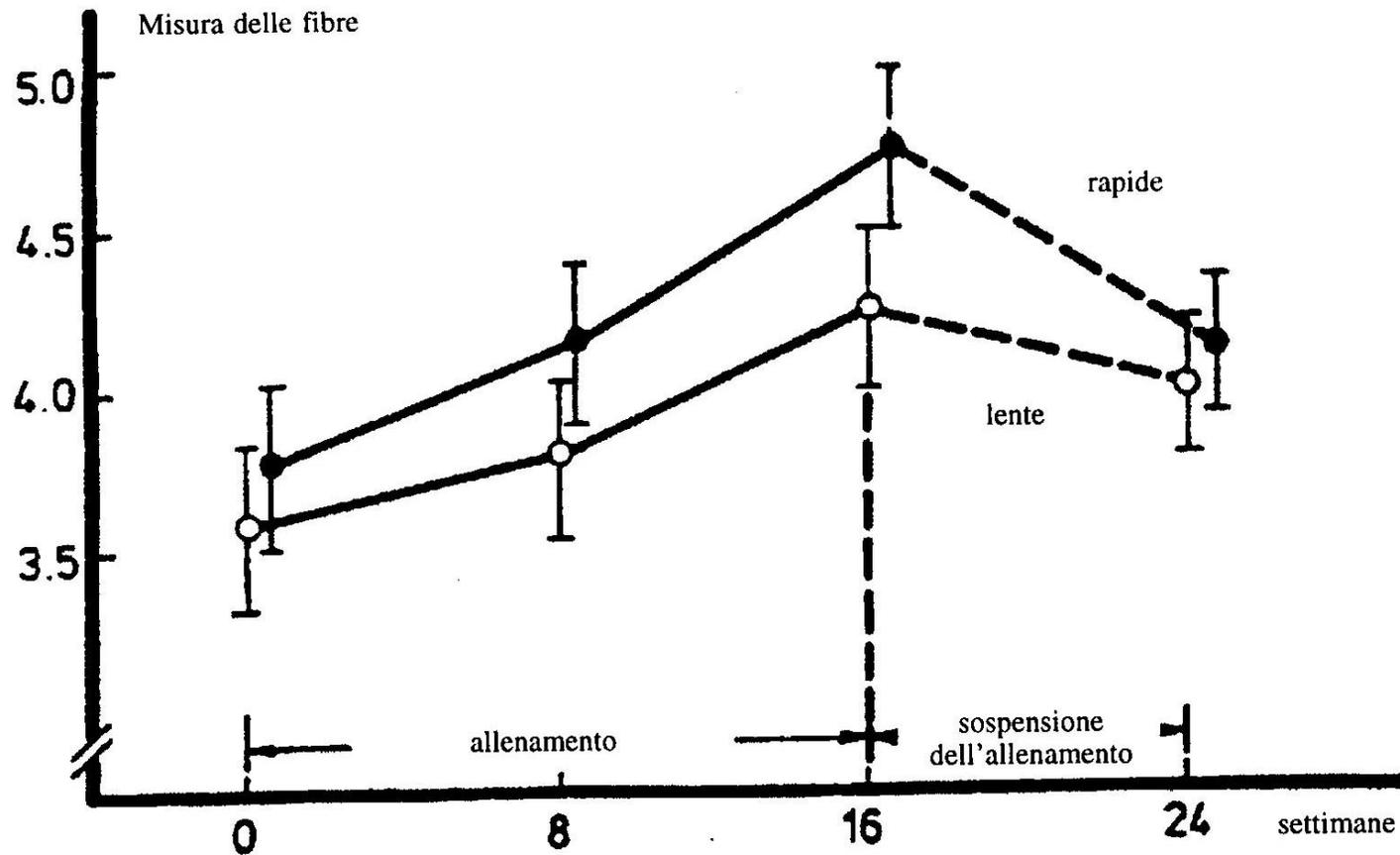


**Fig. 4 Meccanismi della forza (da: Cometti modificato)**

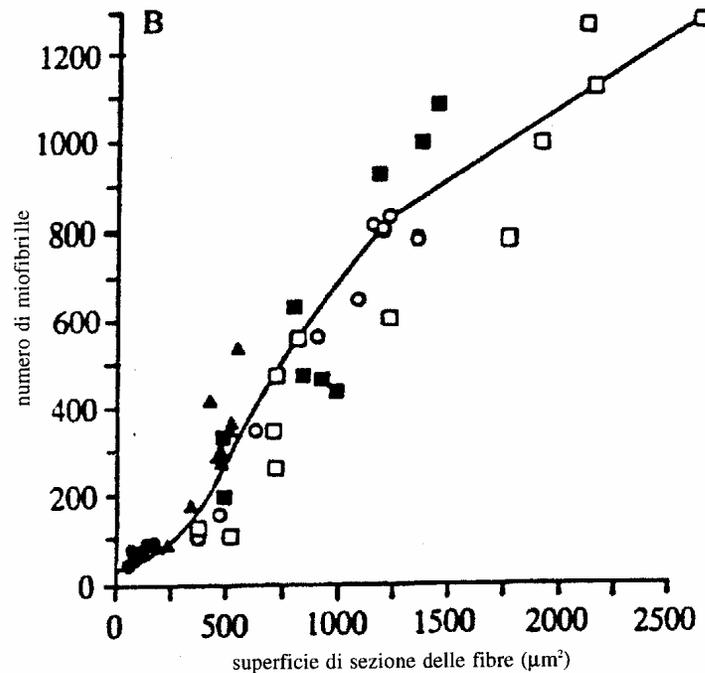


**Fig. 5 Le cause dell'ipertrofia (da: Cometti)**

- 1. Le fibre muscolari, sia lente che veloci, sono composte da un elevato numero di miofibrille e sono proprio queste ad aumentare sia di volume sia di numero quando il muscolo è sottoposto a lavoro con carichi molto pesanti. Le fibre interessate all'aumento di volume riguardano entrambi i tipi (lente e rapide), ma l'aumento maggiore avviene a carico delle fibre rapide fig. 6;**
- 2. L'immobilizzazione del muscolo provoca una ipotrofia che interessa maggiormente le fibre rapide (Mac Dougall e coll. 1980) fig. 7.**



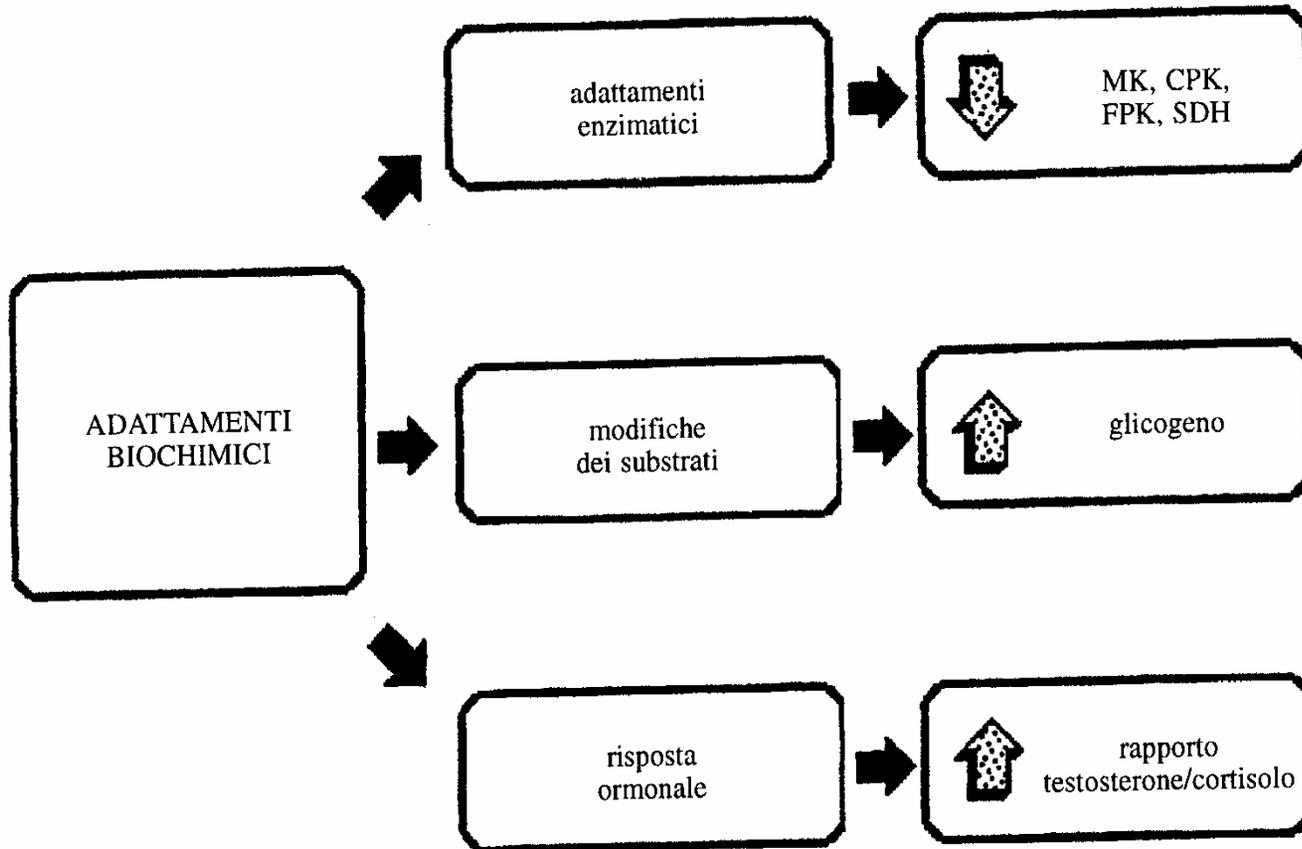
**Fig. 6** Evoluzione delle fibre rapide e lente in seguito a 16 settimane di allenamento e 8 settimane di sospensione dell'allenamento (da: Hakkinen e coll. 1981)

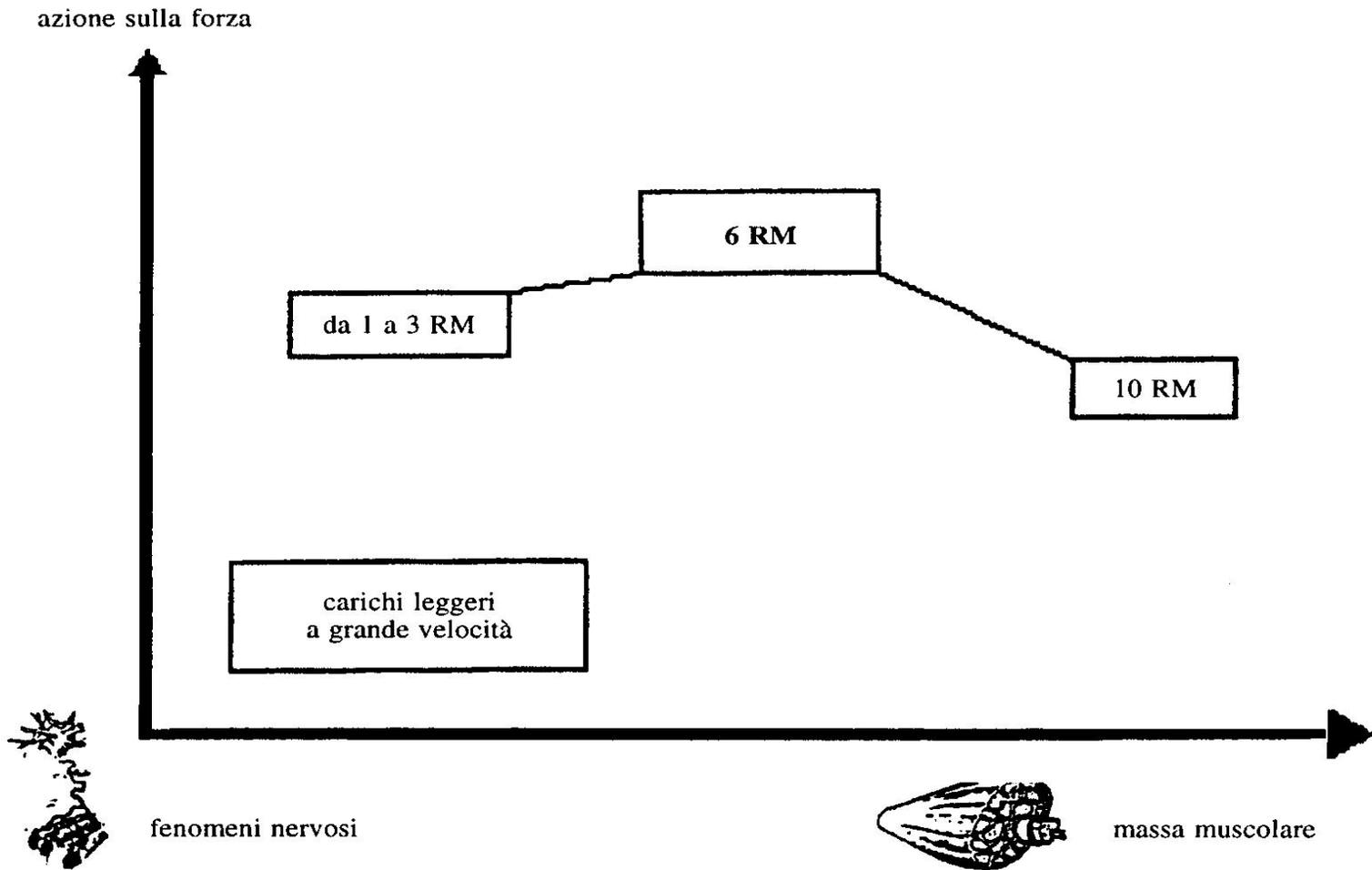


**L'aumento del  
numero di  
miofibrille  
secondo  
Goldspink (1985)  
è la causa  
principale  
dell'ipertrofia**

**Rapporto tra la sezione delle fibre e il numero di miofibrille nel corso della crescita (Goldspink 1985)**

# Adattamenti biochimici



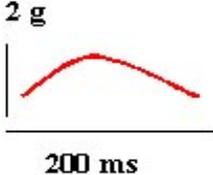
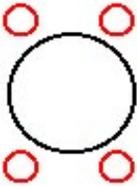
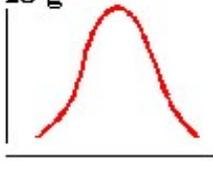
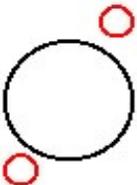
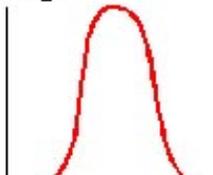
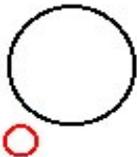


**Fig.8 Rappresentazione dei carichi e del numero di ripetizioni utilizzati per migliorare la forza max o l'ipertrofia (da: Cometti, 1988)**

# **1a. Le fibre muscolari**

**Nel muscolo sono stati classificati due tipi di fibre:**

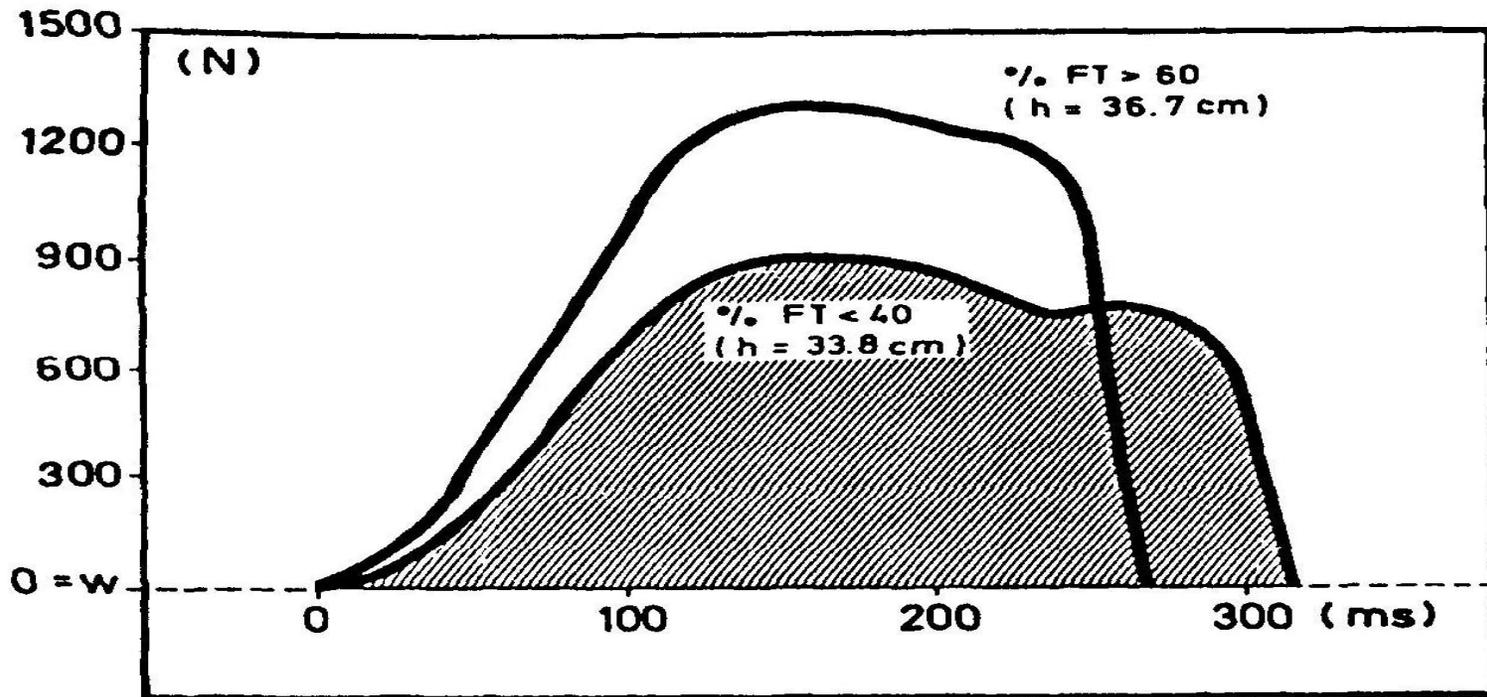
- 1. Fibre lente, definite anche di tipo I o fibre toniche**
- 2. Fibre rapide o di II tipo o definite anche fasiche che si distinguono a loro volta in tipo IIa e tipo IIb**

Fibre	Caratteristiche generale	Metabolismo	Scossa muscolare	Vascolarizzazione	Affaticabilità	Substrati	
						Glucidi	lipidi
I	Lente	Aerobico	<p>Tensione</p> <p>2 g</p>  <p>200 ms</p>		Scarsa	☆ ☆ ☆	☆ ☆ ☆
Ia	Rapide	Aerobico anaerobico	<p>Tensione</p> <p>20 g</p>  <p>100 ms</p>		Media	☆ ☆ ☆	☆
Iib	Rapide	Anaerobico	<p>Tensione</p> <p>50 g</p>  <p>100 ms</p>		Elevata	☆ ☆ ☆	☆

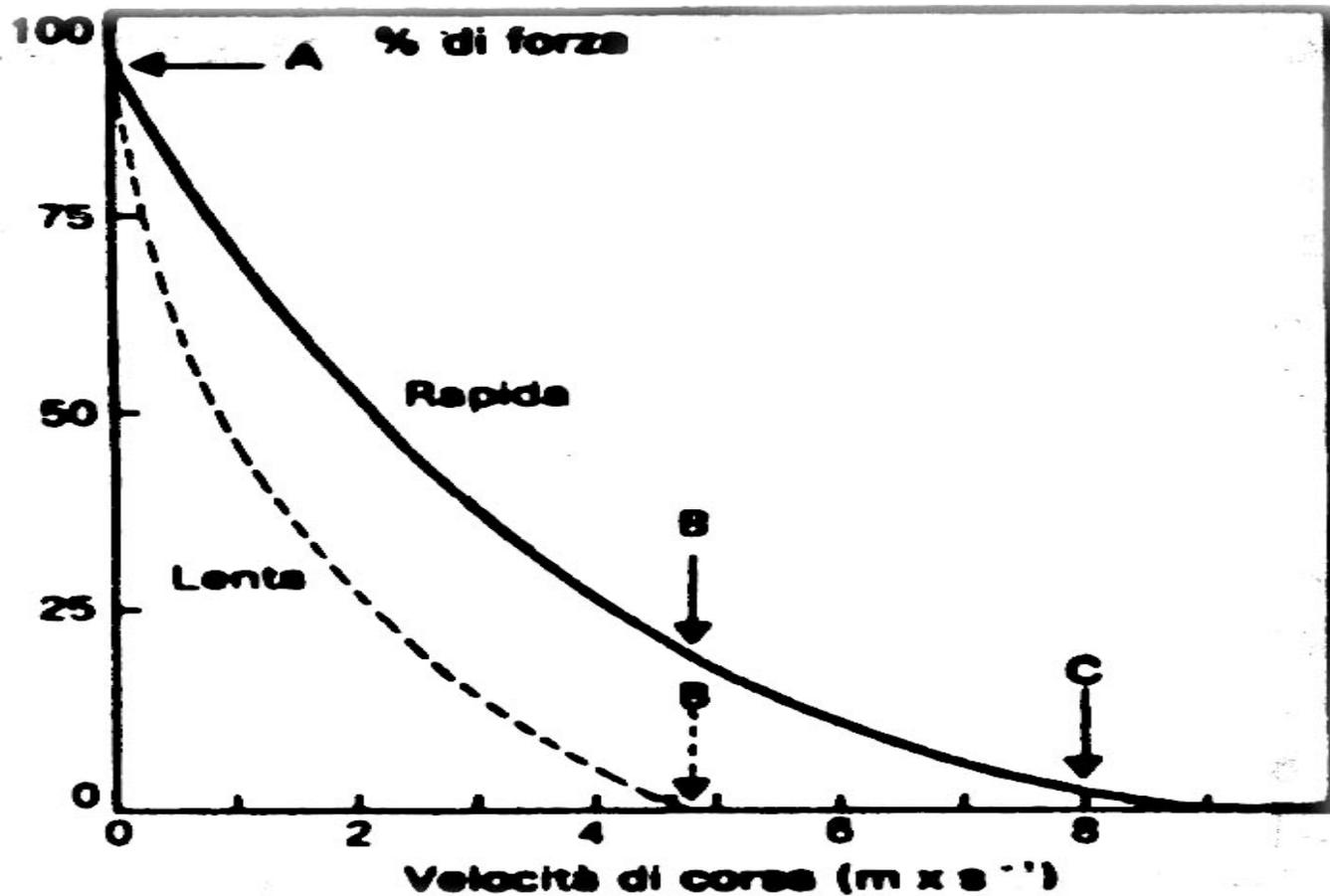
**Tavola 1: da Cometti modificato**

<b>CARATTERISTICHE DELLE FIBRE MUSCOLARI</b>	<b>ST</b>	<b>Fta</b>	<b>FTb</b>
<b>Velocità di conduzione nervosa (<math>\text{m}\cdot\text{s}^{-1}</math>)</b>	<b>60-80</b>	<b>80-100</b>	<b>80-130</b>
<b>Frequenza di stimolo nervoso (Hz)</b>	<b>5-30</b>	<b>60-70</b>	<b>60-80</b>
<b>Lunghezza delle fibre</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>+++</b>
<b>Lunghezza dei sarcomeri</b>	<b>+</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>
<b>Numero di miofibrille per fibra</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>+++</b>
<b>Numero di fibre che costituiscono UM</b>	<b>+++</b>	<b>++</b>	<b>+</b>
<b>Tempo di contrazione della fibra (ms)</b>	<b>100-150</b>	<b>50-90</b>	<b>40-80</b>
<b>Glucidi</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>+</b>
<b>Lipidi</b>	<b>+++</b>	<b>++</b>	<b>-</b>
<b>ATPasi</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>+++</b>
<b>Mioglobina</b>	<b>+++</b>	<b>++</b>	<b>+</b>

Ogni individuo possiede percentuali di fibre bianche e rosse in quantità diverse e questo è dettato solo da fattori genetici. Atleti con % di fibre bianche maggiori sono in grado di esprimere gradienti di forza esplosiva superiore rispetto ad atleti con maggior numero di fibre rosse Fig. 9



*Fig. 9 Relazione forza tempo registrata durante l'esecuzione di SJ eseguiti da soggetti veloci ( $\%FT > 60$ ) e lenti ( $\%FT < 40$ ) (da: Bosco e Komi, 1976b)*



*Fig. 10 Esempio della relazione forza velocità nei tipi lenti e rapidi (da: Bosco 1983)*

**1. Il reclutamento delle fibre muscolari è normalmente spiegato con la legge di Henneman che mostra come le fibre lente siano reclutate prima delle rapide. La Fig 14 evidenzia che per carichi leggeri sono reclutate fibre lente, per un carico medio si reclutano fibre intermedie e solo con carichi elevati si attivano fibre veloci. Questa legge oggi è stata rimessa in discussione quando si parla di movimenti balistici. In movimenti balistici è possibile che le unità motorie rapide vengono reclutate senza che siano sollecitate le fibre lente fig. 15**

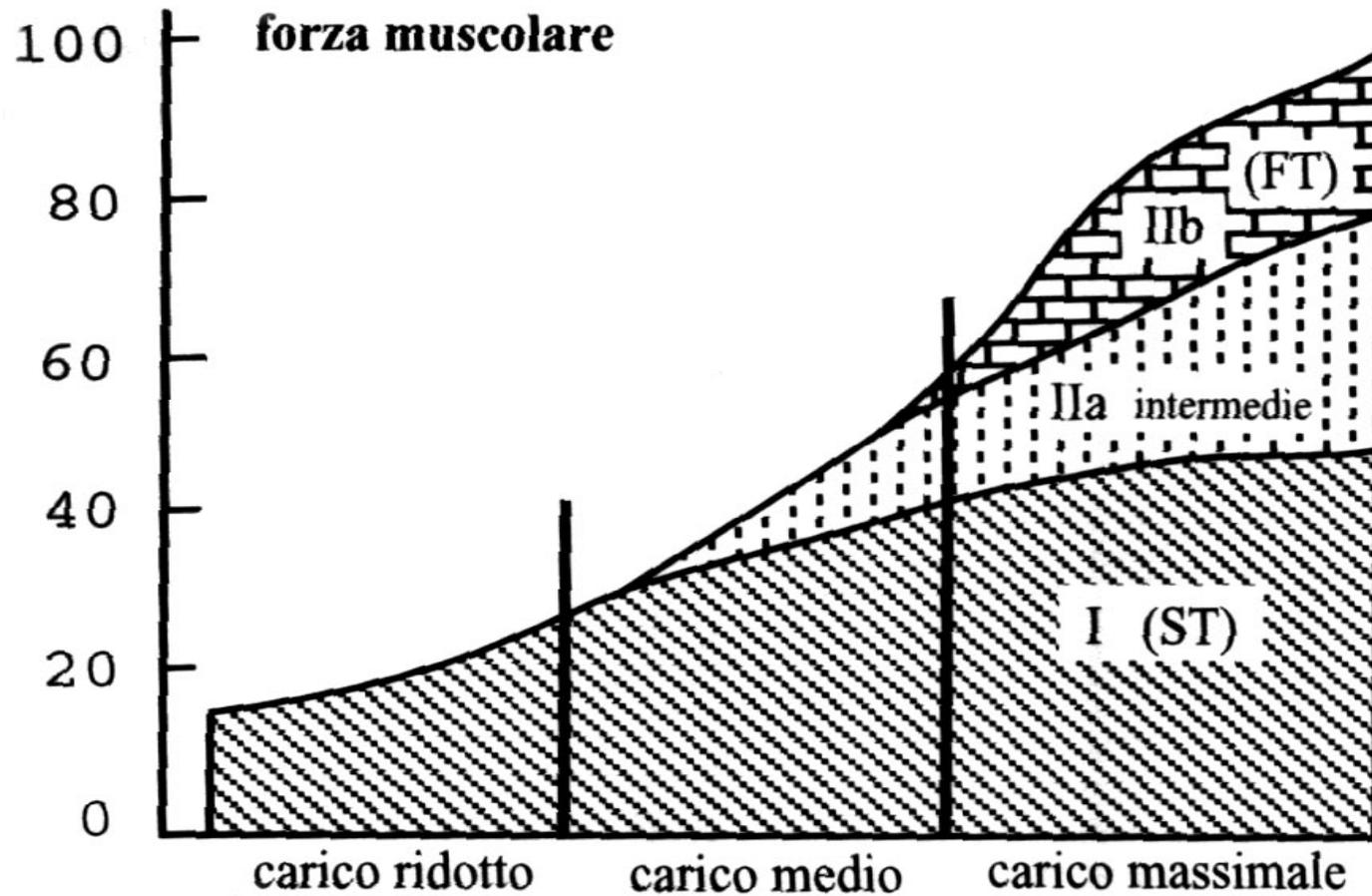
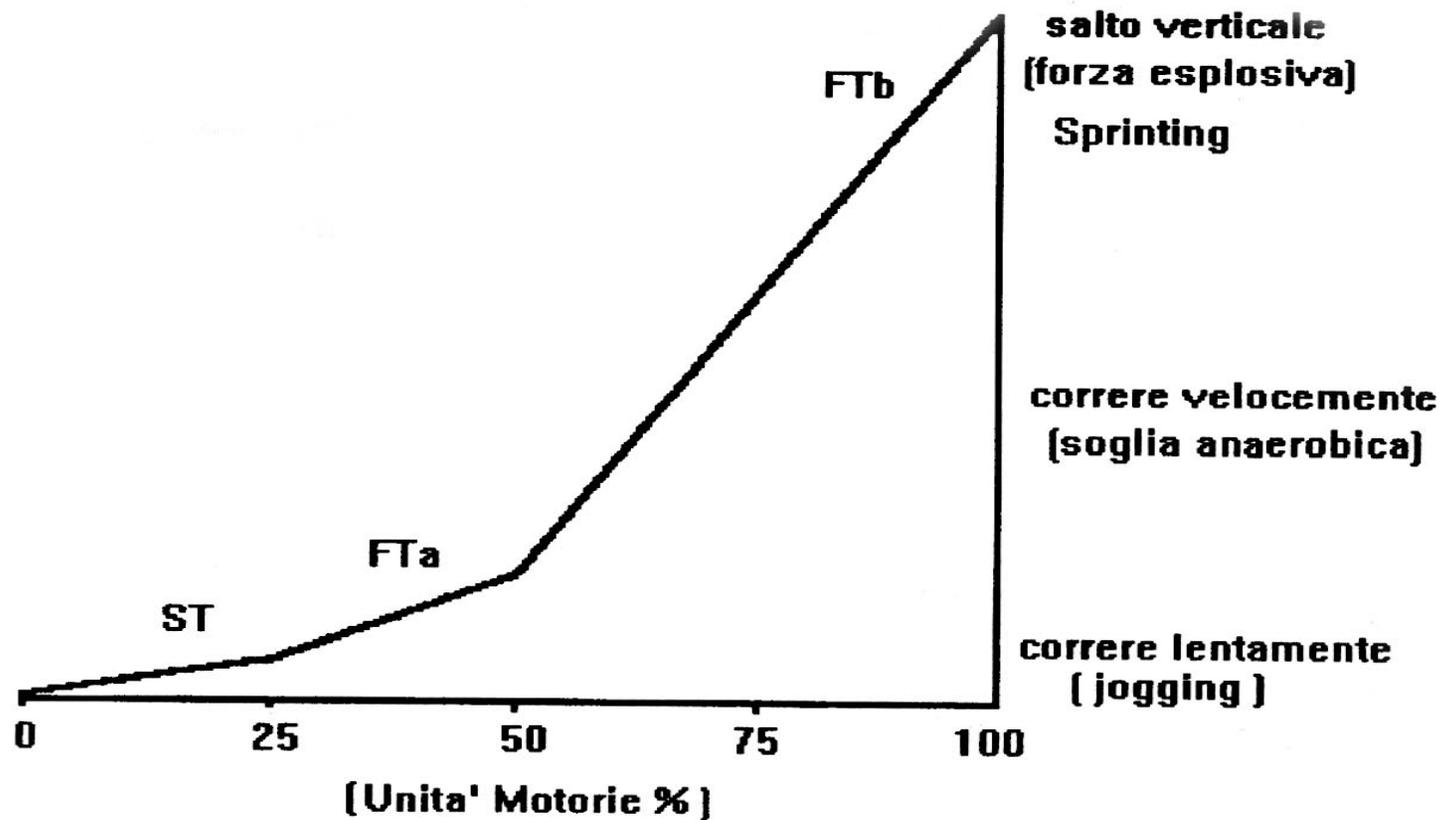


Fig. 14 Il reclutamento delle fibre rispetto all'intensità del carico (Costill 1980)

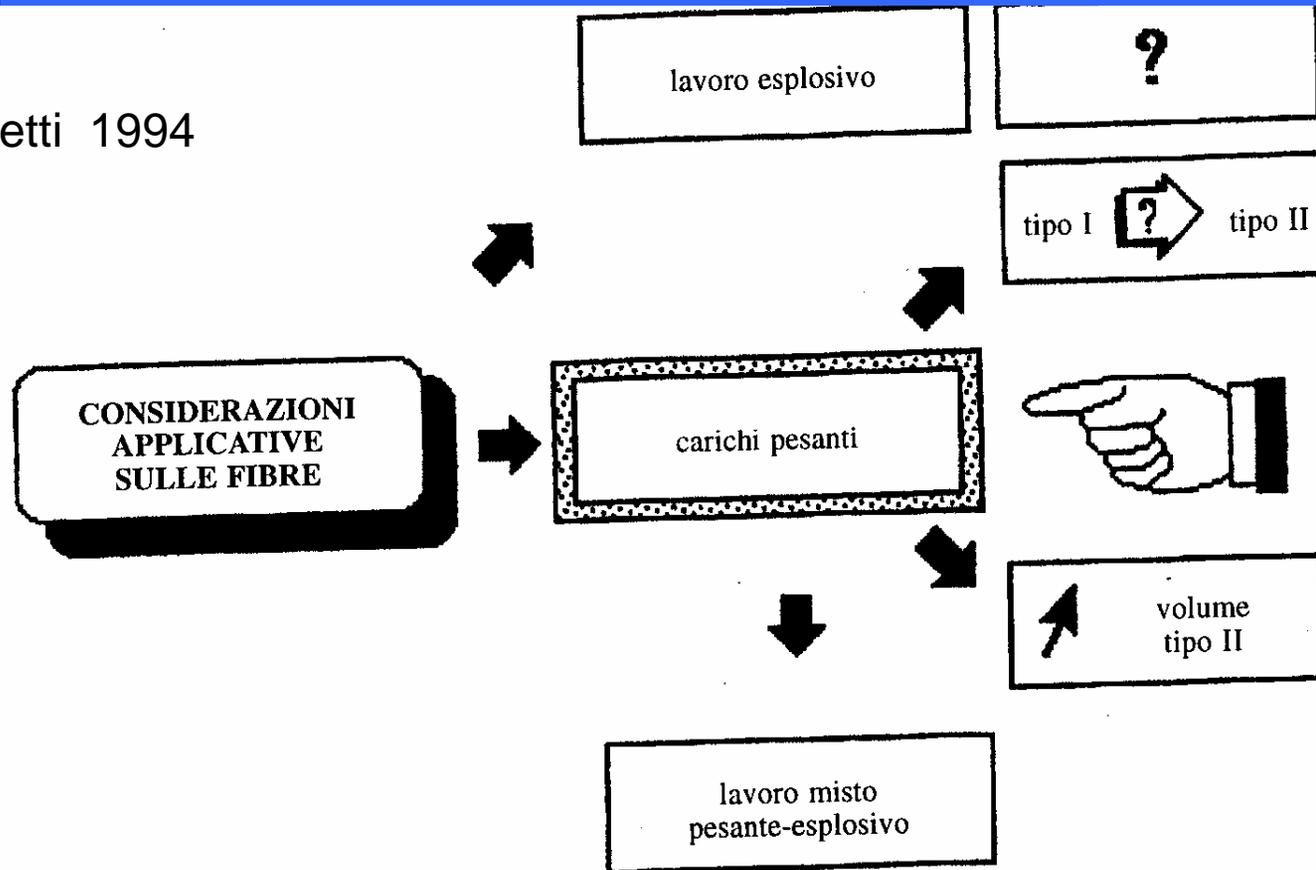


**Fig 15 Modello ipotetico di reclutamento delle varie unità motorie lente (ST) intermedie (Fta) e veloci (FTb) (da: Stuart ed Enoka 1983)**

- **Studi condotti da Bosco e Komi hanno dimostrato che soggetti ricchi di fibre veloci nei muscoli degli arti inferiori, ottenevano risultati migliori nel salto verticale. Questo fa pensare che se pur gli sviluppi di forza sono molto bassi, 30-40% della forza massima isometrica, l'intervento delle unità fasiche è dominante sulle toniche.**

# Considerazioni applicative

Da Cometti 1994

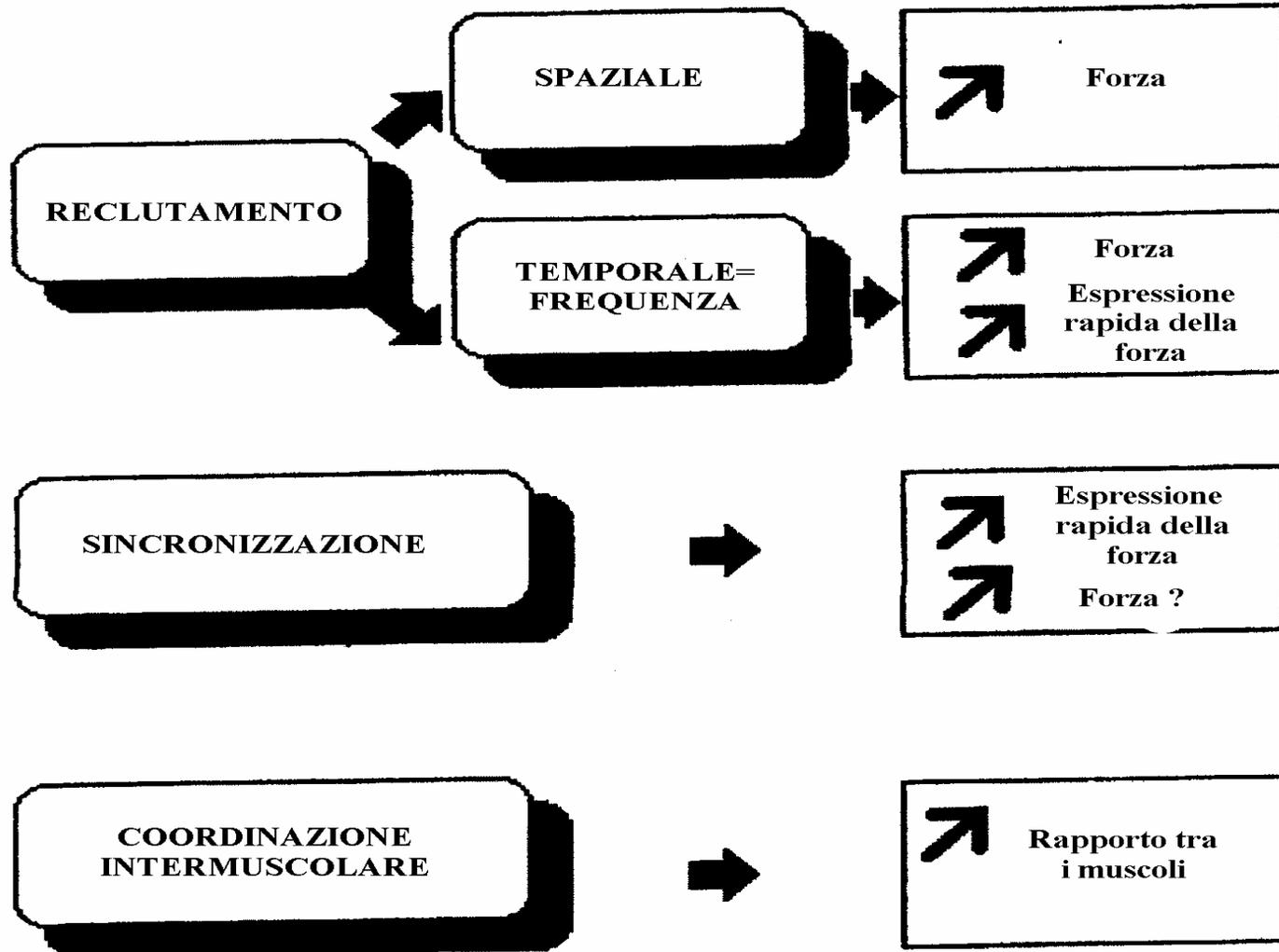


**Per sollecitare le fibre rapide bisogna creare delle tensioni massimali nel muscolo. Il mezzo più sicuro è il lavoro con carichi pesanti. L'utilizzo del solo lavoro esplosivo è controverso per l'allenamento delle fibre rapide; è preferibile il lavoro misto pesante-esplosivo.**

## **2. Fattori nervosi**

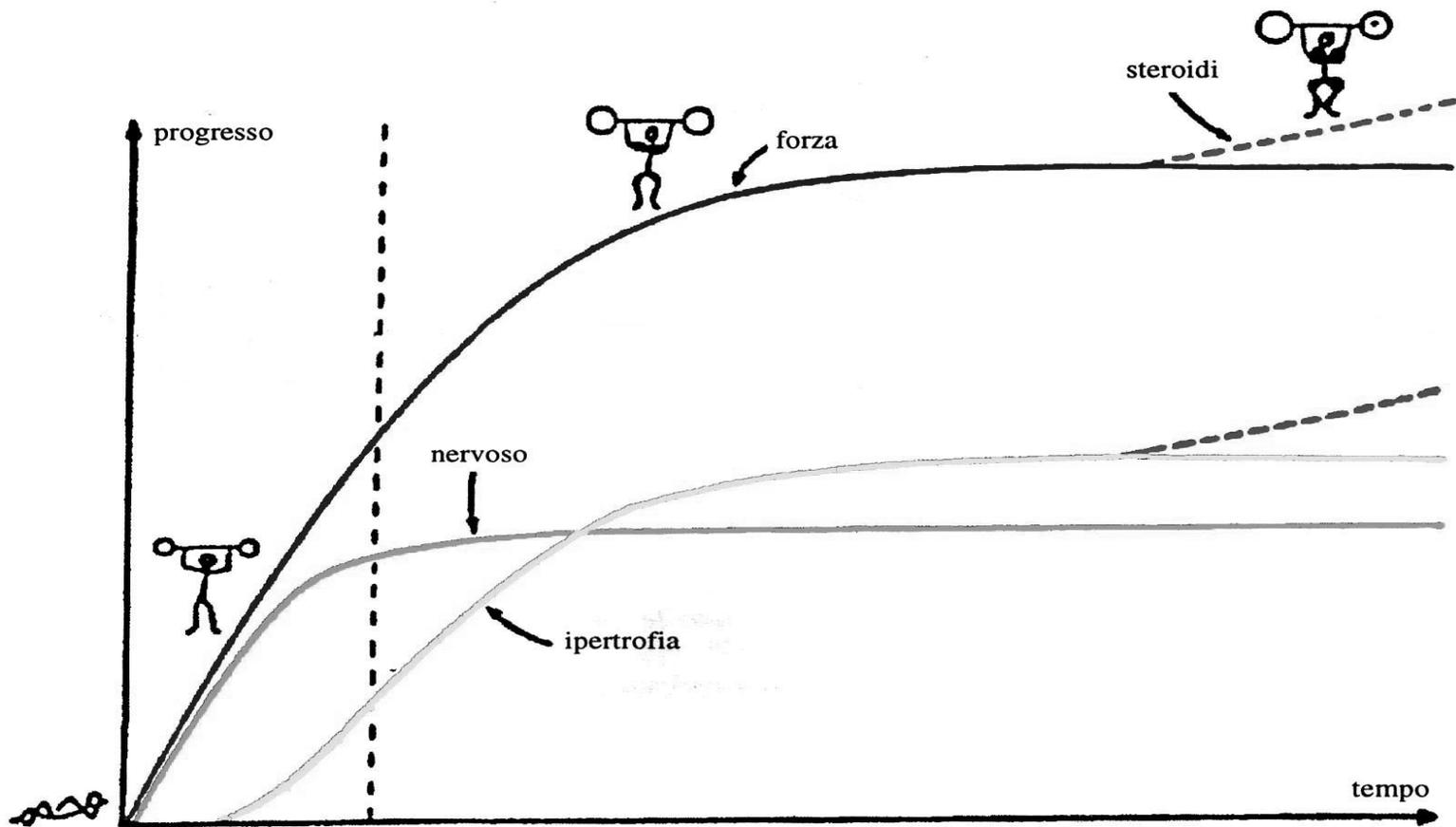
**Possiamo suddividere i fattori nervosi in:**

- 1. Il reclutamento (spaziale e temporale)**
- 2. La sincronizzazione**
- 3. La coordinazione intermuscolare**



Da Cometti 1994

1. L'incremento di forza che un muscolo ottiene dopo un periodo di allenamento, è dovuto ad adattamenti e modificazioni sia della parte miogena sia della parte neurale.
2. I primi adattamenti avvengono a livello di sistema nervoso e successivamente avvengono dei cambiamenti a livello morfologico (ipertrofia) fig. 11



**Fig 11 Rappresentazione dei relativi ruoli di adattamento neurale e morfologico all'allenamento di forza massimale. Nella prima fase di allenamento si nota una fase predominante di adattamento neurale. Questa fase è stata studiata nella maggior parte delle ricerche pubblicate nella letteratura internazionale. Lavori sperimentali che sono stati protratti per lungo tempo mostrano un successivo adattamento miogeno e la relativa ipertrofia (modificato da: Sale, 1988)**

- L'intervento iniziale del miglioramento di forza, da parte del sistema nervoso, è stato dimostrato con studi in allenamento di breve durata che hanno evidenziato miglioramenti di forza massimale, senza aumento di volume muscolare:
  - Komi, Viitassalo, Rauramaa e Vihko (1979)
  - Moritani e De Vries (1979)
  - Tesch, Hjort e Balldin (1983)

Anche effetti di allenamenti incrociati hanno dimostrato aumento di forza sull'arto controlaterale non allenato (Ikai e Fukunaga 1970, Houston e coll. 1983, Komi e coll. 1978). Sono stati condotti degli studi su ambedue gli arti superiori e si è notato che allenando un solo braccio, si ottengono miglioramenti di forza anche sull'altro arto non allenato.

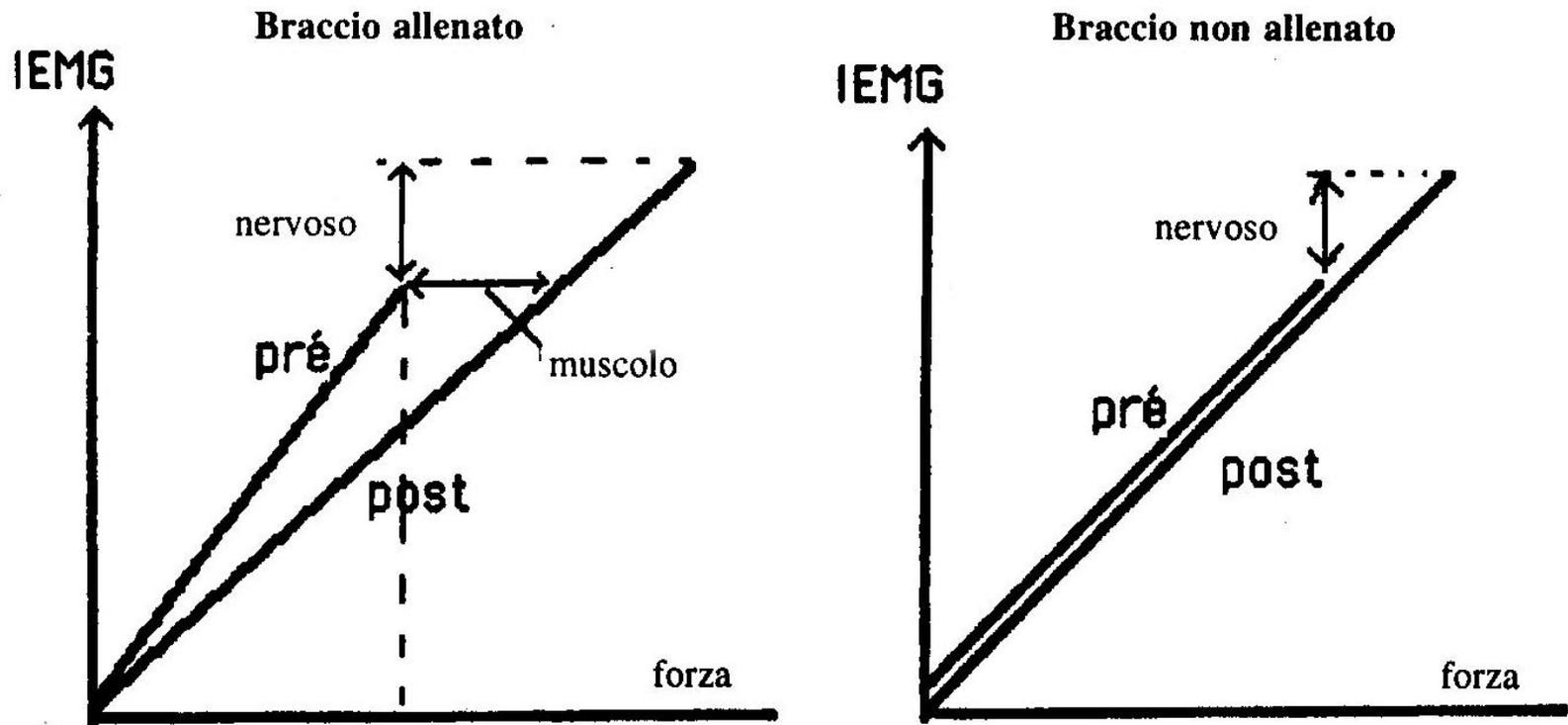
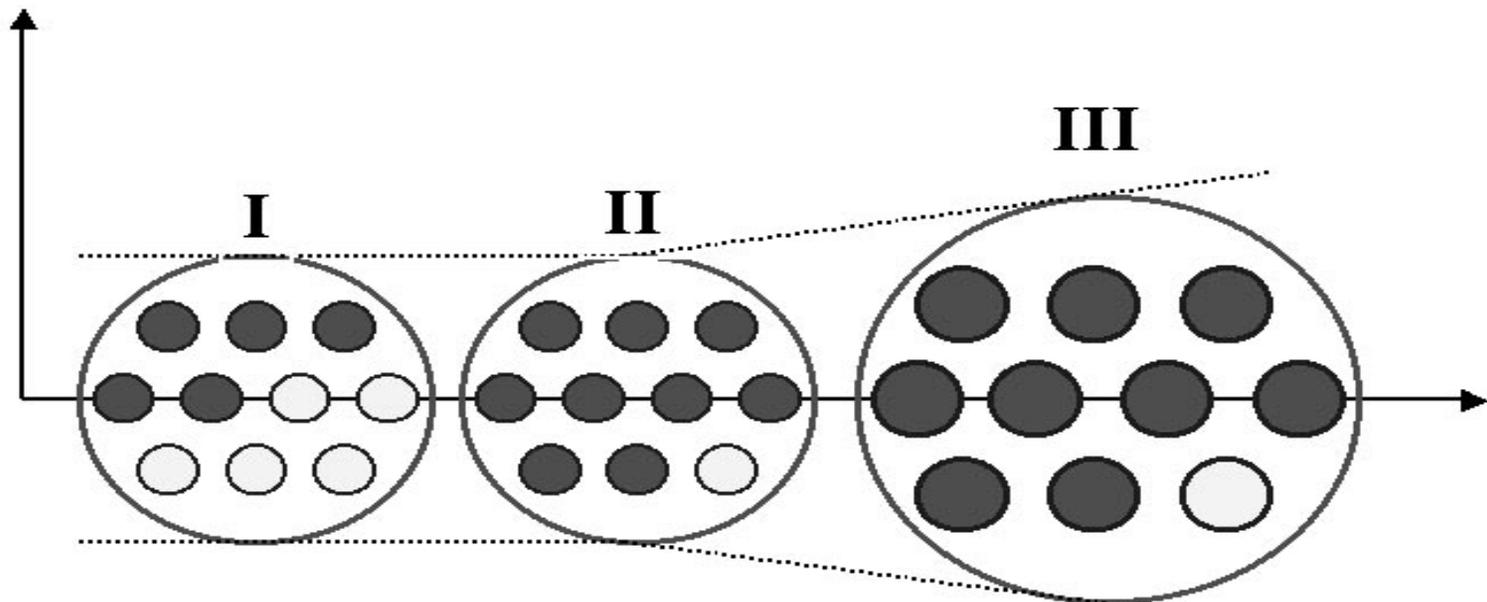


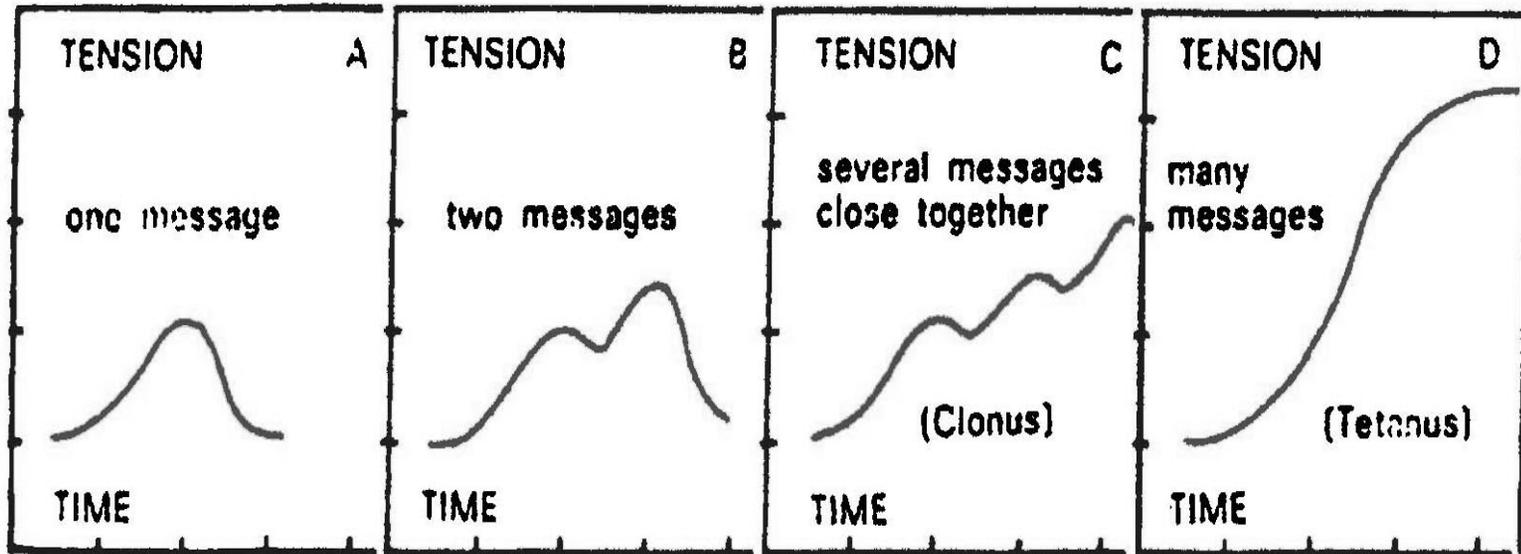
Fig. 12 Risultati di un allenamento di forza sul braccio allenato ed il braccio non allenato (secondo Moritani e De Vries 1979)

1. L'effetto positivo dello stimolo, all'inizio dell'allenamento, agisce prevalentemente sul numero di fibre da reclutare.
2. Un soggetto sedentario normalmente recluta solo il 30-50% delle unità a disposizione, Fig 15 dopo alcune settimane di lavoro il soggetto è in grado di esprimere più forza grazie ad un maggior reclutamento di unità motorie, mentre con il proseguire del tempo la causa del miglioramento di forza diventa l'ipertrofia.



**Fig. 13 Rappresentazione dei fenomeni di reclutamento nell'aumento di forza (Fukunaga 1976)**

# RECLUTAMENTO TEMPORALE



a) la scossa

b) somma di scosse

c) tetano imperfetto

d) tetano perfetto

**Fig 16. Normalmente la fascia delle frequenze è compresa tra 8 e 50-60 hertz.**

Da Bosco 1997

## FASCIA DELLE FREQUENZE

- Per i movimenti rapidi può arrivare anche ai 150 hertz. La forza massima si può ottenere anche con frequenze di 50 hertz ed anche se la frequenza arriva a 150 hertz non vi sono incrementi di forza massima bensì un miglioramento della pendenza della curva Fig. 17

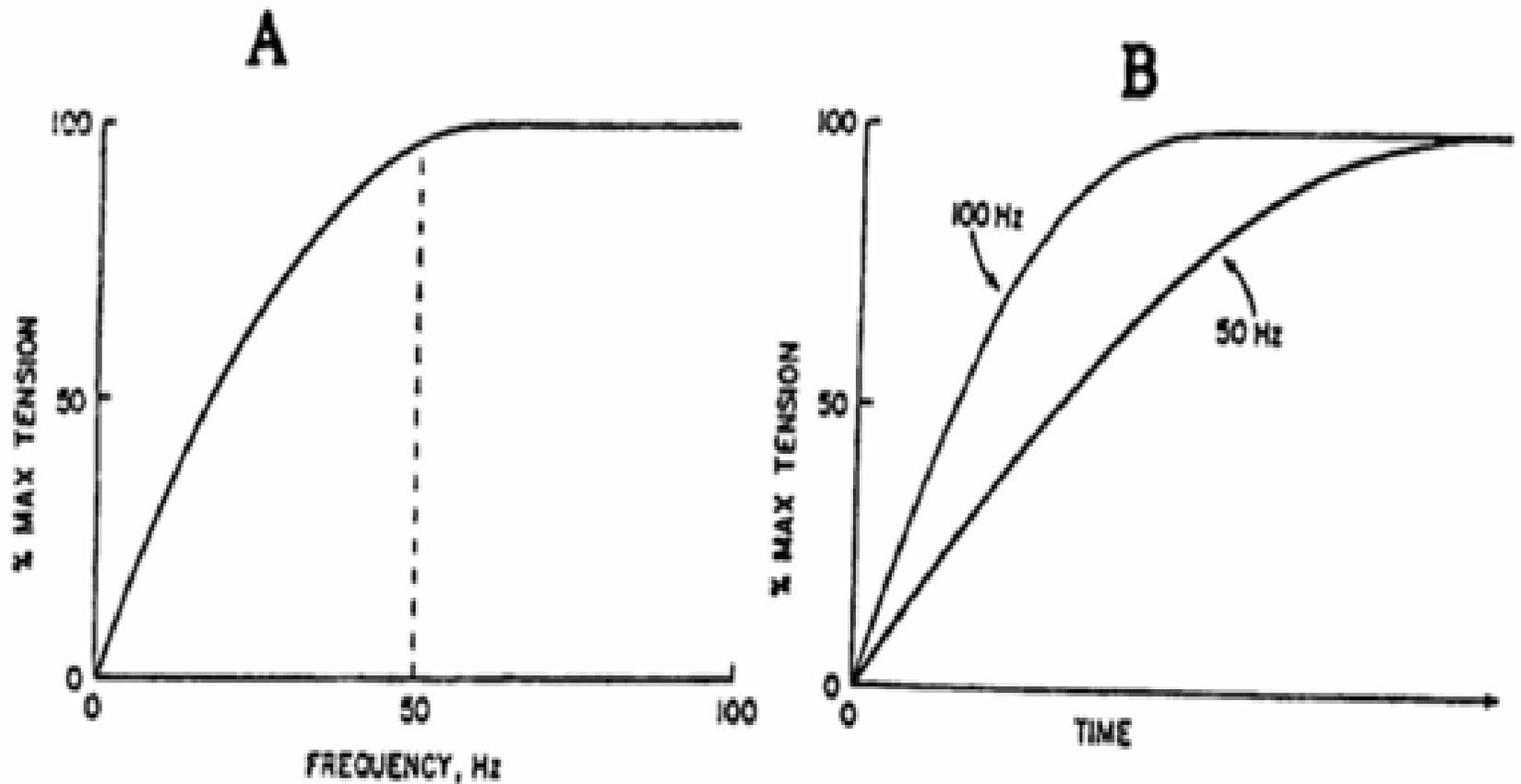


Fig. 19 Una stimolazione a 50Hz è sufficiente per produrre forza massimale (a). Se aumenta la frequenza (b) aumenta la pendenza della curva e quindi lo sviluppo rapido della forza (secondo Grimby e coll. 1981)

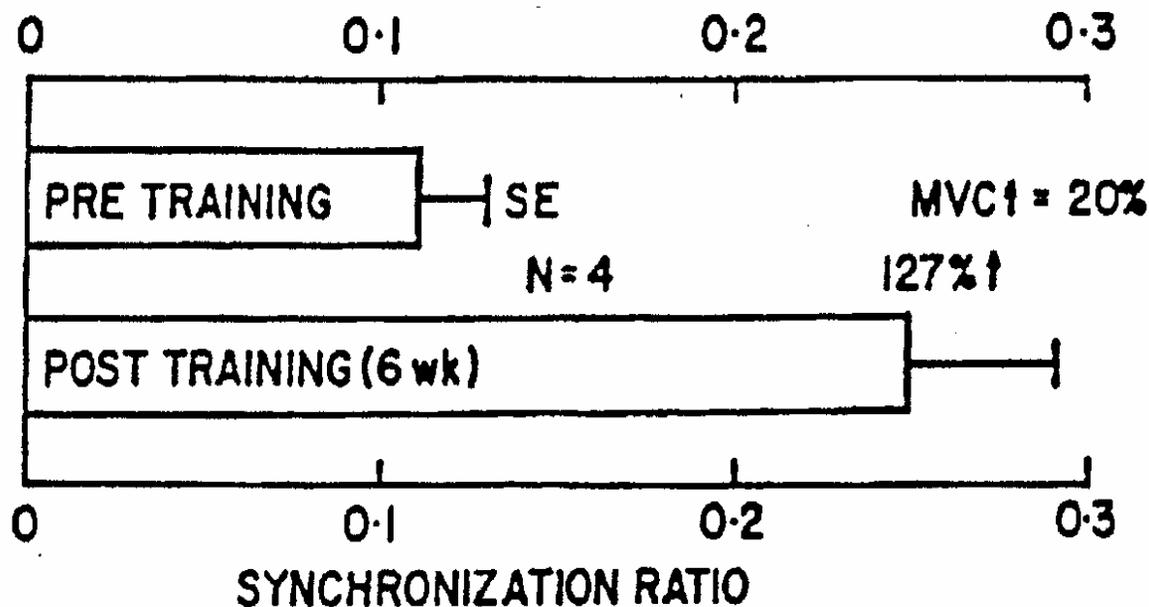
## **CONSIDERAZIONI APPLICATIVE SULLA FREQUENZA DEGLI IMPULSI**

- 1. L'azione specifica per la forza si colloca su frequenze elevate;**
- 2. Sono necessari carichi elevati per sollecitare frequenze elevate (50-60 hz);**
- 3. E' tuttavia necessario sviluppare una forza elevata in tempi brevi e quindi si utilizzano carichi elevati da sollevare rapidamente e ciò fa esprimere frequenze più elevate 100hz;**
- 4. Con movimenti esplosivi con e senza carico si possono ottenere in tempi brevi (100ms) frequenze di 150hz;**
- 5. L'allenamento con carichi medi e pesanti o di tipo esplosivo è adatto per migliorare la frequenza di attivazione delle unità motorie.**

# **SINCRONIZZAZIONE**

**La sincronizzazione la possiamo definire come la capacità di reclutare tutte le fibre nello stesso istante. Quindi la sincronizzazione ci porta ad un ulteriore miglioramento della forza e soprattutto al miglioramento della forza esplosiva. Secondo Sale (1988) la sincronizzazione delle unità motorie non porta ad un aumento della forza massima ma ad una capacità di sviluppare forza in tempi più brevi**

1. Nel 1966 Zatsiorski affermava che la sincronizzazione delle UM era un fattore determinante nello sviluppo della forza;
2. Milner-Brown 1973 hanno dimostrato che dopo un periodo di allenamento il numero di UM sincronizzate poteva aumentare significativamente.
3. La sincronizzazione migliora la salita della forza nel corso dei movimenti rapidi e non la forza massima(Sale 1988)



# CONSIDERAZIONI APPLICATIVE

- 1. La sincronizzazione interviene solo in caso di tensioni elevate. Nel 1966 Zatsiorski suggeriva di utilizzare carichi superiori all'80% del massimale;**
- 2. Se tuttavia la sincronizzazione migliora la salita della forza(Sale 1988) Hakkinen (1985) ha dimostrato che un lavoro esplosivo permette di raggiungere questo risultato;**
- 3. E' probabile quindi che un lavoro misto alternando carichi pesanti e leggeri (esplosivi) costituisca la soluzione ideale.**
- 4. Si suppone che la sincronizzazione (Komi 1986), intervenga con l'aumento dell'IEMG all'inizio dell'allenamento e che quindi per migliorare la forza l'ipertrofia intervenga in un momento successivo.**

# FATTORI LEGATI ALLO STIRAMENTO

In generale si considera che l'aumento dell'efficacia muscolare dovuta ad uno stiramento preliminare è la conseguenza di due fenomeni:

1. L'intervento del riflesso miotatico
2. L'elasticità muscolo-tendinea

