

FACOLTÀ DI SCIENZE MOTORIE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI VERONA

CORSO DI LAUREA SPECICLISTICA IN SCIENZE
DELL'ATTIVITÀ MOTORIA PREVENTIVA ED ADATTATA

30 OTTOBRE E 6 NOVEMBRE 2004

MODIFICAZIONI FISILOGICHE MUSCOLO-SCHELETRICHE
INDOTTE DALL'ETÀ

DOTT.SSA SILVIA POGLIAGHI

PARAMETRI DI FUNZIONALITÀ DEL MUSCOLO:

FORZA

VELOCITÀ

RESISTENZA



POTENZA

PARAMETRI DI FUNZIONALITÀ DEL MUSCOLO:

FORZA DIPENDE DA:

- MASSA
 - COMPOSIZIONE IN FIBRE
 - VELOCITÀ DI CONTRAZIONE
 - PATTERN DI ATTIVAZIONE MOTORIA
 - COORDIANZIONE NEUROMOTORIA
 - DISPONIBILITÀ DI SUBSTRATI
- FATTORI MUSCOLARI
- FATTORI NERVOSI
- FATTORI ENERGETICI
-

PARAMETRI DI FUNZIONALITÀ DEL MUSCOLO:

VELOCITÀ DIPENDE DA:

- TENSIONE RICHIESTA
 - COMPOSIZIONE IN FIBRE
 - SVILUPPO DEL CORREDO ENZIMATICO
 - PATTERN DI ATTIVAZIONE MOTORIA
 - COORDIANZIONE NEUROMOTORIA
 - DISPONIBILITÀ DI SUBSTRATI
- FATTORI MUSCOLARI
- FATTORI NERVOSI
- FATTORI ENERGETICI
-
- ```
graph LR; A[VELOCITÀ DIPENDE DA:] --- B[● TENSIONE RICHIESTA]; A --- C[● COMPOSIZIONE IN FIBRE]; A --- D[● SVILUPPO DEL CORREDO ENZIMATICO]; A --- E[● PATTERN DI ATTIVAZIONE MOTORIA]; A --- F[● COORDIANZIONE NEUROMOTORIA]; A --- G[● DISPONIBILITÀ DI SUBSTRATI]; B --- H[FATTORI MUSCOLARI]; C --- H; D --- H; E --- I[FATTORI NERVOSI]; F --- I; G --- J[FATTORI ENERGETICI];
```

# PARAMETRI DI FUNZIONALITÀ DEL MUSCOLO:

RESISTENZA DIPENDE DA:

- COMPOSIZIONE IN FIBRE
  - CORREDO ENZIMATICO, MITOCONDRI
  - FLUSSO EMATICO MUSCOLARE
  - DISPONIBILITÀ DI SUBSTARTI
  - FATTORI CENTRALI  
CARDIOVASCOLARI E RESPIRATORI
- FATTORI MUSCOLARI
- FATTORI ENERGETICI
- 
- The diagram consists of a list of five bullet points on the left. A blue bracket on the right groups the first two items under the label 'FATTORI MUSCOLARI'. A second blue bracket on the right groups the remaining three items under the label 'FATTORI ENERGETICI'.

# FIBRE MUSCOLARI

|          |    |    |     |
|----------|----|----|-----|
| TIPO I   | SO | S  | ST  |
| TIPO IIA | FO | FR | FTA |
| TIPO IIX | FG | FF | FTB |

ROSSE

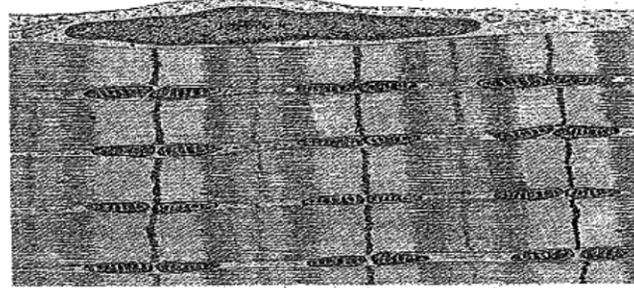
BIANCHE

# TIPO I



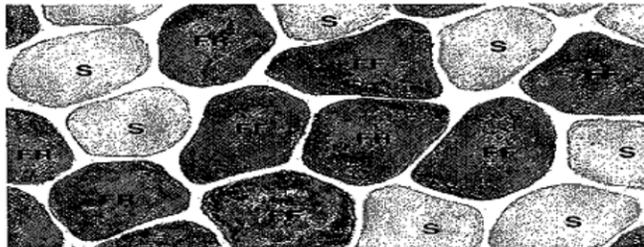
**I tipo:** fibra muscolare scheletrica chiara o bianca in sezione longitudinale al microscopio elettronico. Mitochondri piccoli e relativamente sparsi, per lo più appaiati negli spazi interfibrillari a livello delle strie Z.

# TIPO IIx

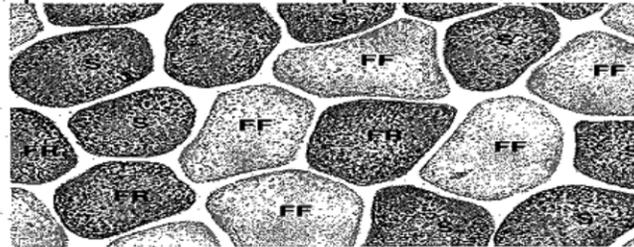


**II tipo:** fibra muscolare scheletrica scura o rossa in sezione longitudinale al microscopio elettronico. Grossi e abbondanti mitochondri al di sotto del sarcolemma e in fila ed appaiati nelle regioni interfibrillari. Le strie Z appaiono più spesse che nel I tipo.

| classificazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | istochimica             |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| tipo di fibra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | colorazione dell'ATPasi | colorazione dell'SDH |
| <p><b>1. a contrazione rapida, affaticabile (FF)</b><br/>forte colorabilità per la ATPasi, scarsa per la succinico-acido-deldrogenasi (SDH), un enzima mitocondriale attivo nel ciclo dell'acido citrico. Queste fibre quindi ottengono rapidamente energia dall'ATP, ma scarsamente lo rigenerano, andando incontro così ad affaticamento.</p> |                         |                      |
| <p><b>2. a contrazione rapida e fatica-resistente (FR)</b><br/>forte colorabilità sia per l'ATPasi che per l'SDH. Queste fibre quindi ottengono rapidamente energia dall'ATP e altrettanto rapidamente ripristinano l'ATP nel ciclo dell'acido citrico, resistendo così all'affaticamento.</p>                                                  |                         |                      |
| <p><b>3. a contrazione lenta e fatica-resistente (SR)</b><br/>scarsa colorabilità per l'ATPasi, ma marcata per l'SDH. Queste fibre quindi liberano solo lentamente energia dall'ATP, ma rigenerano l'ATP rapidamente, risultano così resistenti all'affaticamento.</p>                                                                          |                         |                      |



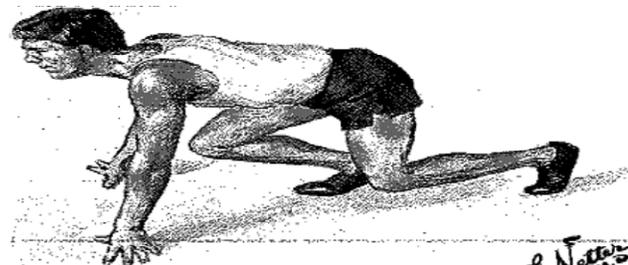
sezione trasversale di fibre di un muscolo scheletrico colorate per l'ATPasi



identica sezione colorata per l'SDH

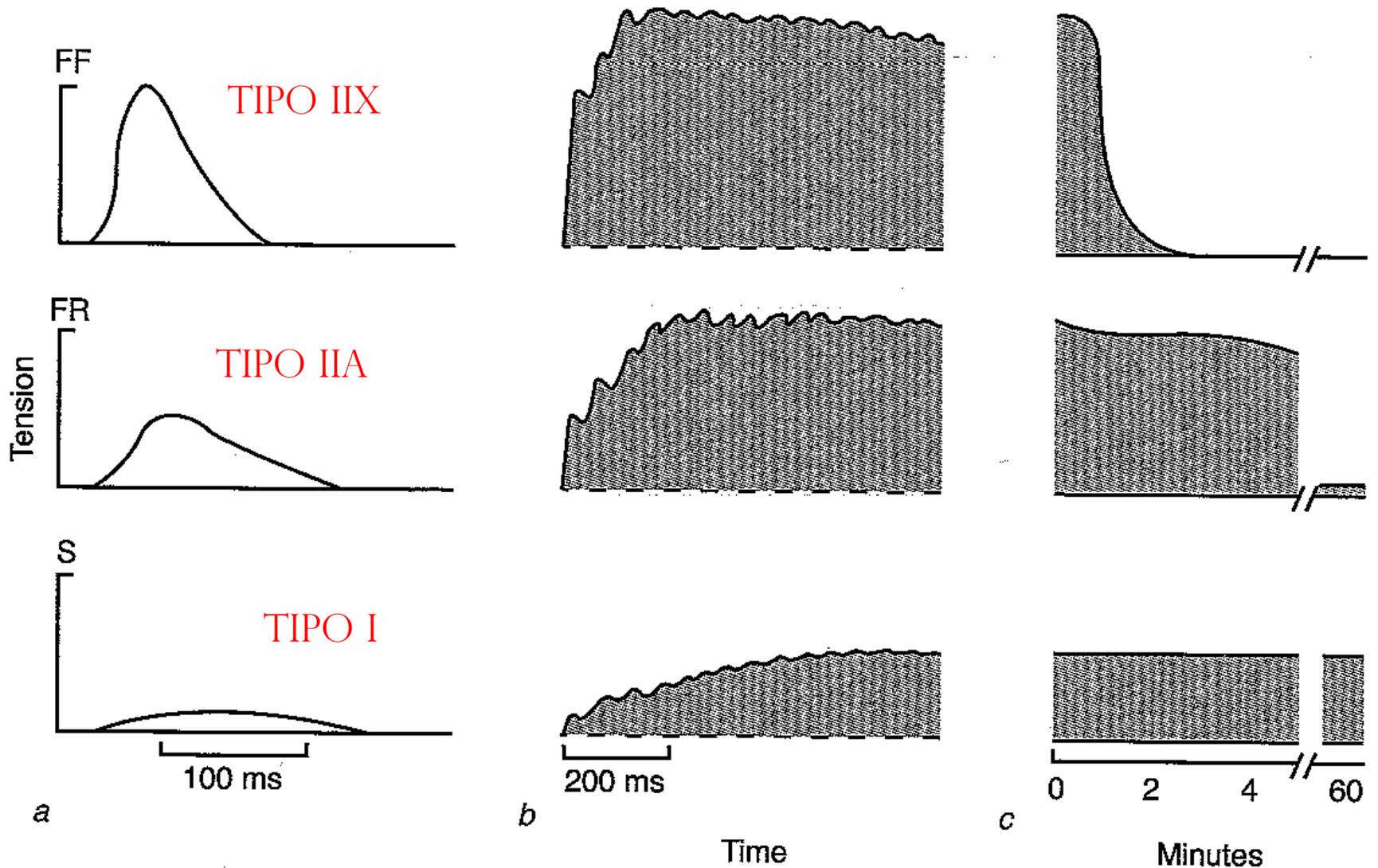


**maratoneta**  
predominano le fibre a contrazione lenta, resistenti all'affaticamento



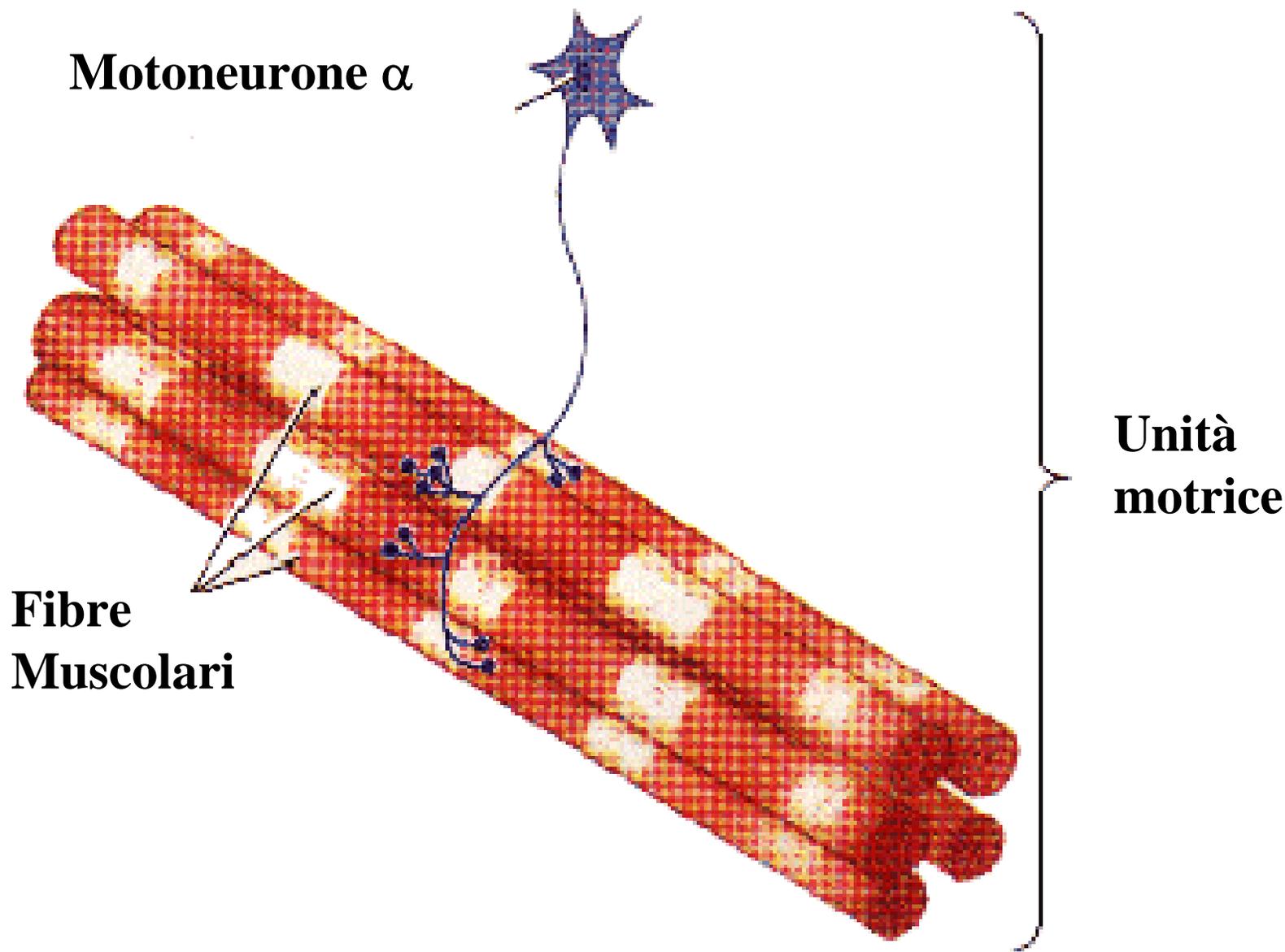
**centometrista**  
predominano le fibre a contrazione rapida, affaticabili

f. Natta  
© CIRA-GRIGY



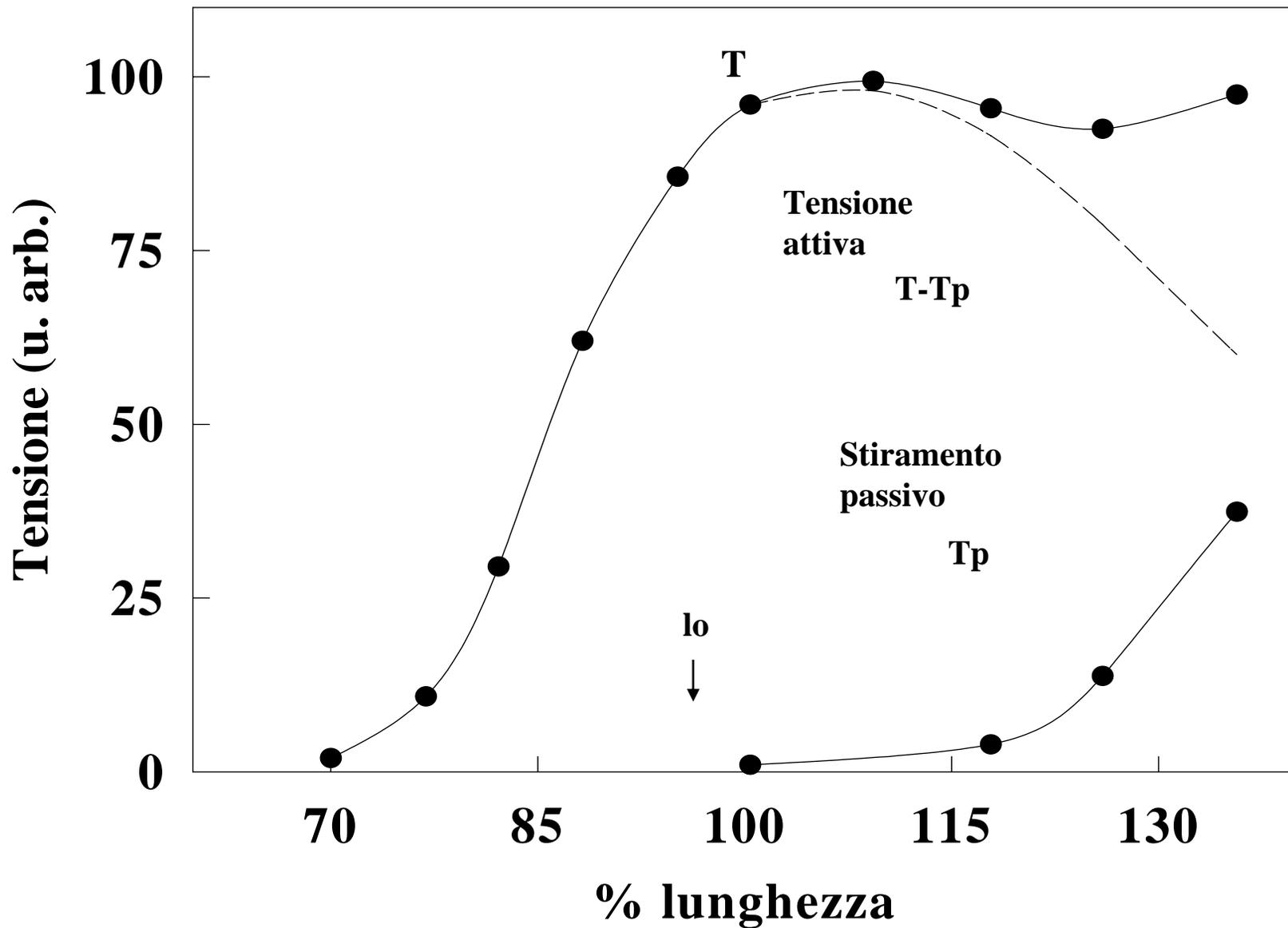
VELOCITÀ, DURATA, FORZA DI CONTRAZIONE E RESISTENZA  
 DIPENDONO DALLE CARATTERISTICHE ENZIMATICHE  
 DELL'ATPASI MIOSINICA E DAL METABOLISMO CELLULARE

**Motoneurone  $\alpha$**



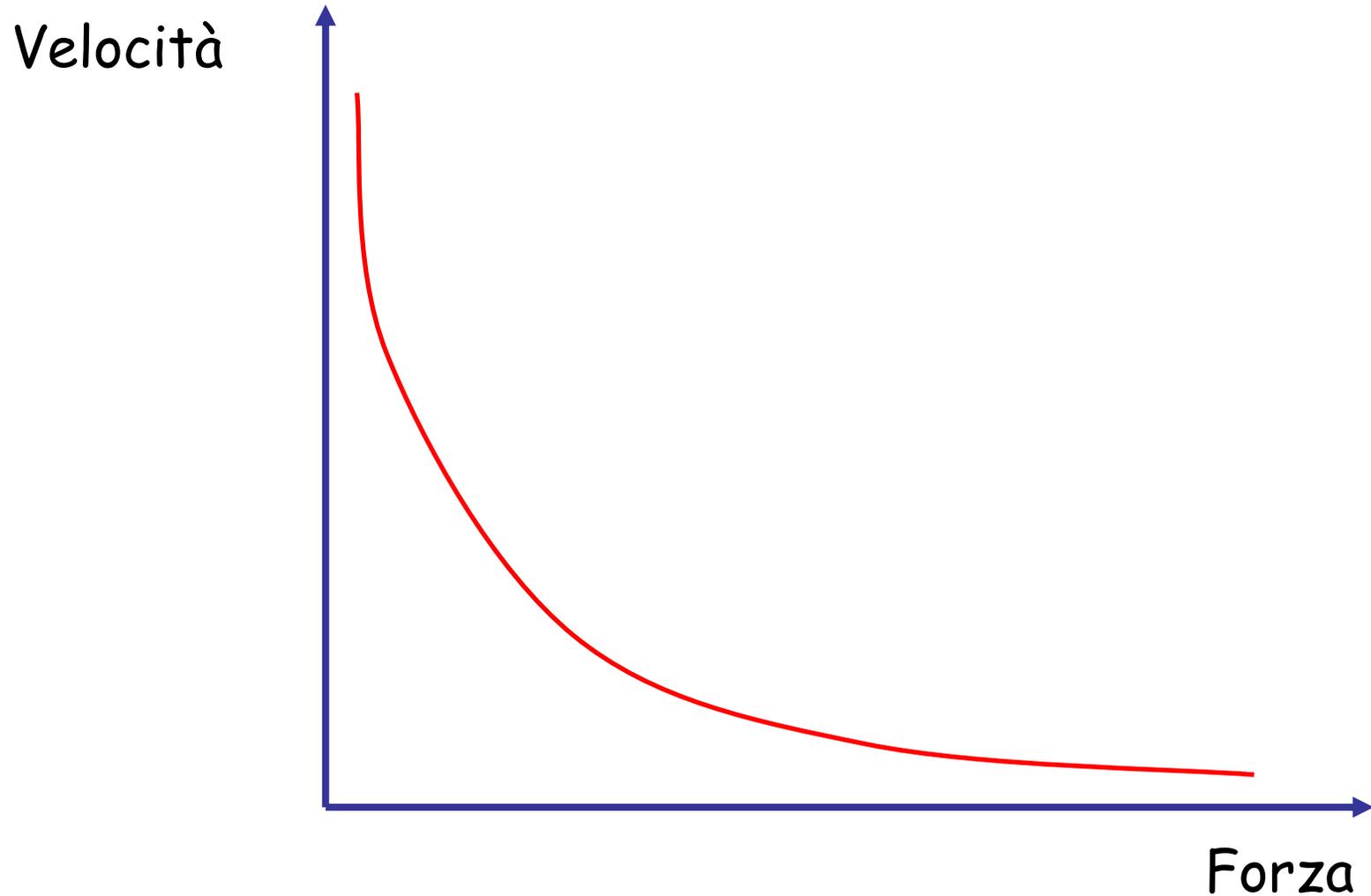
**Unità  
motrice**

**Fibre  
Muscolari**

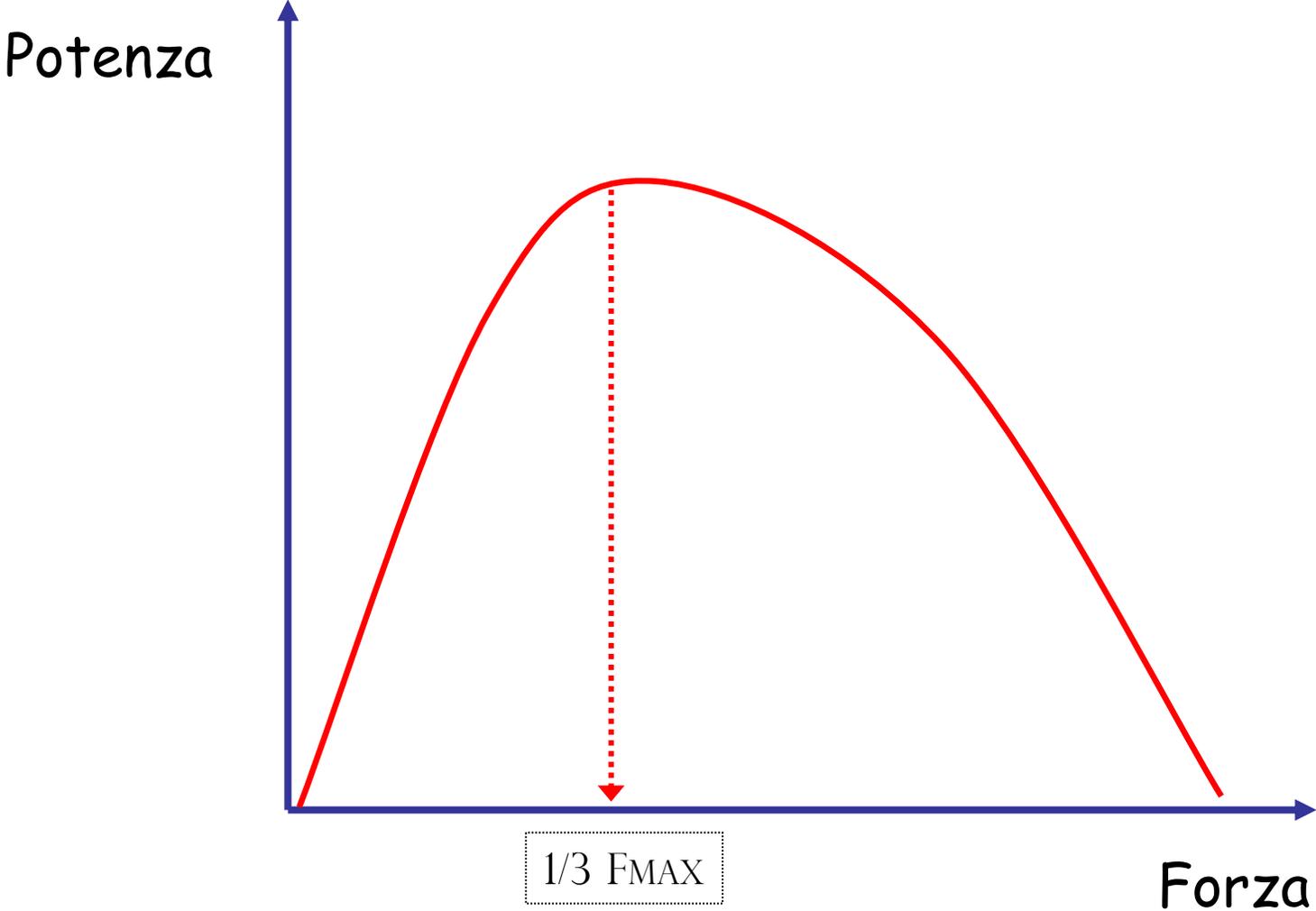


RISPOSTA MECCANICA:

RAPPORTO FORZA/VELOCITÀ O DIAGRAMMA DI HILL

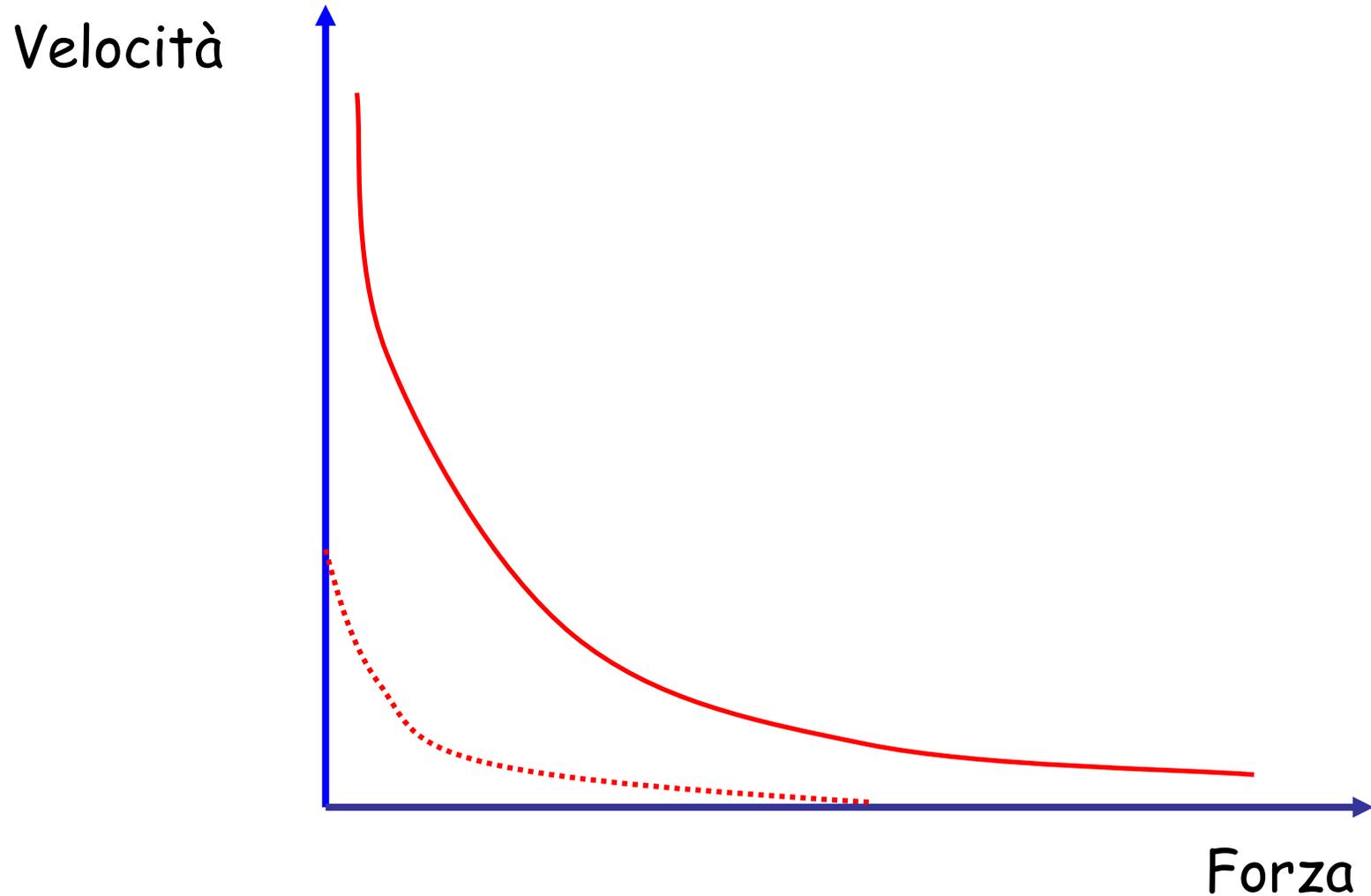


RISPOSTA MECCANICA: RAPPORTO FORZA/POTENZA

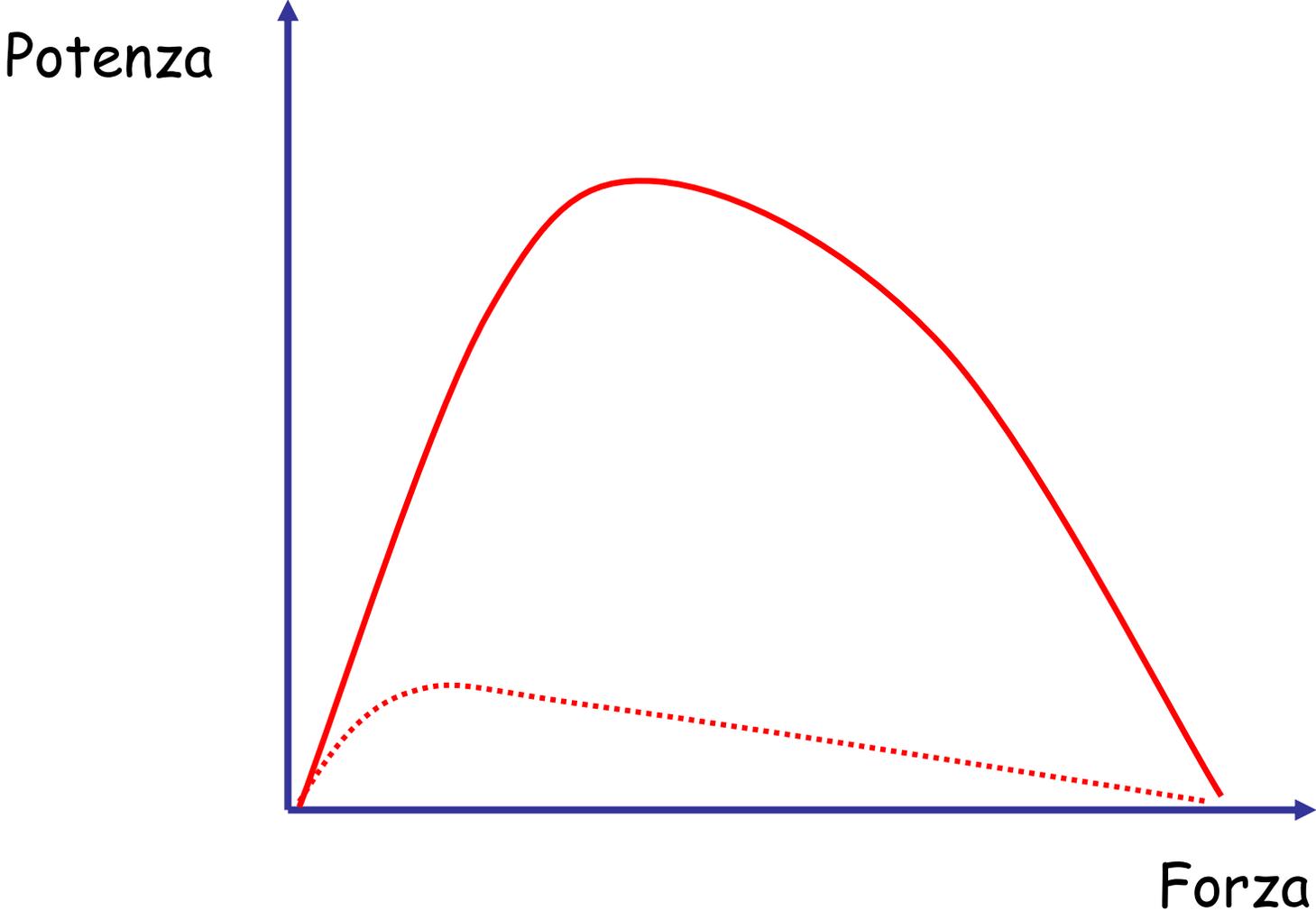


RISPOSTA MECCANICA:

RAPPORTO FORZA/VELOCITÀ O DIAGRAMMA DI HILL



RISPOSTA MECCANICA: RAPPORTO FORZA/POTENZA



# L'INVECCHIAMENTO COMPORTA:

MODIFICAZIONI MUSCOLARI

MODIFICAZIONI NERVOSE

MODIFICAZIONI ENERGETICHE

# L'INVECCHIAMENTO COMPORTA:

## MODIFICAZIONI MUSCOLARI:

- RIDUZIONE DI MASSA MUSCOLARE (SARCOPENIA)
  - RIDUZIONE NUMERO DELLE FIBRE
  - RIDUZIONE PROTEINE CONTRATTILI, ENZIMI, MITOCONDRI, SCORTE SUBSTRATI
- RIDUZIONE FORZA SPECIFICA
- PERDITA SELETTIVA TIPO II
- PLASTICITÀ DELLE FIBRE (MOTOR UNIT REMODELING: DENERVAZIONE, SPROUTING, REINNERVAZIONE)

DIFFERENZE DISTRETTUALI  
DIFFERENZE DI GENERE  
VARIABILITÀ INDIVIDUALE (25%)

# L'INVECCHIAMENTO COMPORTA:

## MODIFICAZIONI NERVOSE:

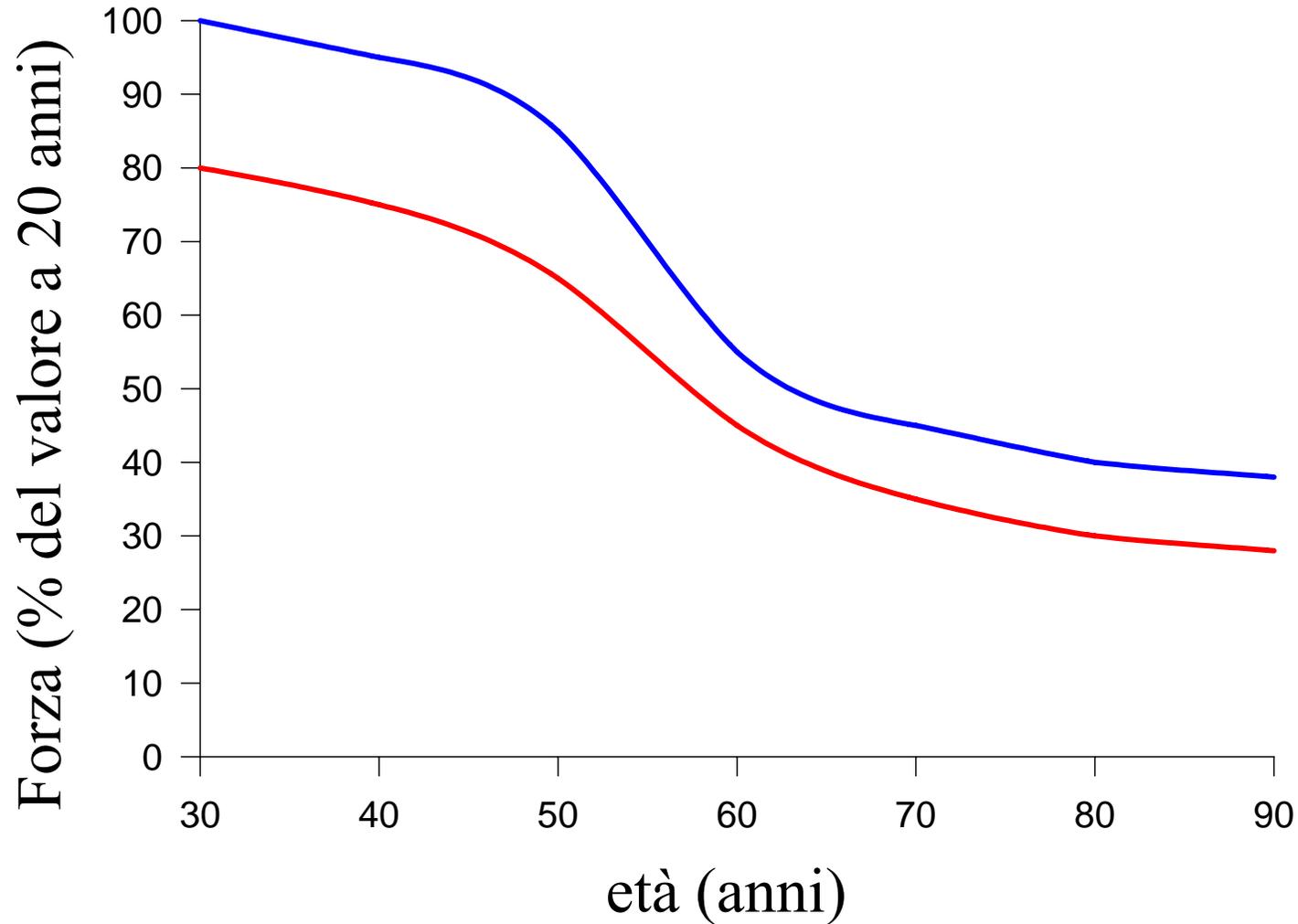
- DEFICIT DEL RECLUTAMENTO ( $\uparrow$  SOGLIA DI ATTIVAZIONE MN,  $\downarrow$  VELOCITÀ DI CONDUZIONE E TRASMISSIONE SINAPTICA)
- RIDUZIONE FREQUENZA DI SCARICA MN
- $\uparrow$  RICORSO A RECRUITMENT PER GRADUAZIONE F
- REMODELING  $\rightarrow$  UNITÀ MOTORIE PIÙ GRANDI
- DEFICIT COORDINATIVO
- UTILIZZO DI FARMACI
- DEFICIT VESTIBOLARI
- $\uparrow$  TEMPI DI REAZIONE

# L'INVECCHIAMENTO COMPORTA:

## MODIFICAZIONI ENERGETICHE:

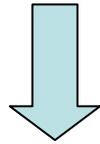
- RIDUZIONE SCORTE LOCALI SUBSTARTI ENERGETICI
- SCADIMENTO FUNZIONALITÀ CENTRALE CARDIOVASCOLARE E RESPIRATORIA

-10-15% PER DECADE DOPO I 30 ANNI



PERDITA DI POTENZA È DEL 25% SUPERIORE ALLA PERDITA DI FORZA  
LA POTENZA DEGLI ARTI INFERIORI È IL PRINCIPALE PREDITTORE DI  
STATO FUNZIONALE NELLE DONNE ANZIANE

- ↓ FORZA E POTENZA (RISERVA DI AUTONOMIA)
- RIDOTTA RESISTENZA ALLO SFORZO
- RIDOTTA VELOCITÀ DI RECUPERO
- DECLINO DI STABILITÀ DELLA FORZA (TREMORI)
- DEFICIT DI EQUILIBRIO



DIFFICOLTÀ/IMPOSSIBILITÀ A SVOLGERE ADL

CADUTE

DIPENDENZA

RUOLO DELL'ESERCIZIO FISICO COME CONTROMISURA  
PER LIMITARE GLI EFFETTI DELL'INVECCHIAMENTO

# BENEFICI DI ALLENAMENTO ALLA FORZA

L'ESERCIZIO AEROBICO NON HA ALCUN EFFETTO SULLA FUNZIONALITÀ MUSCOLARE

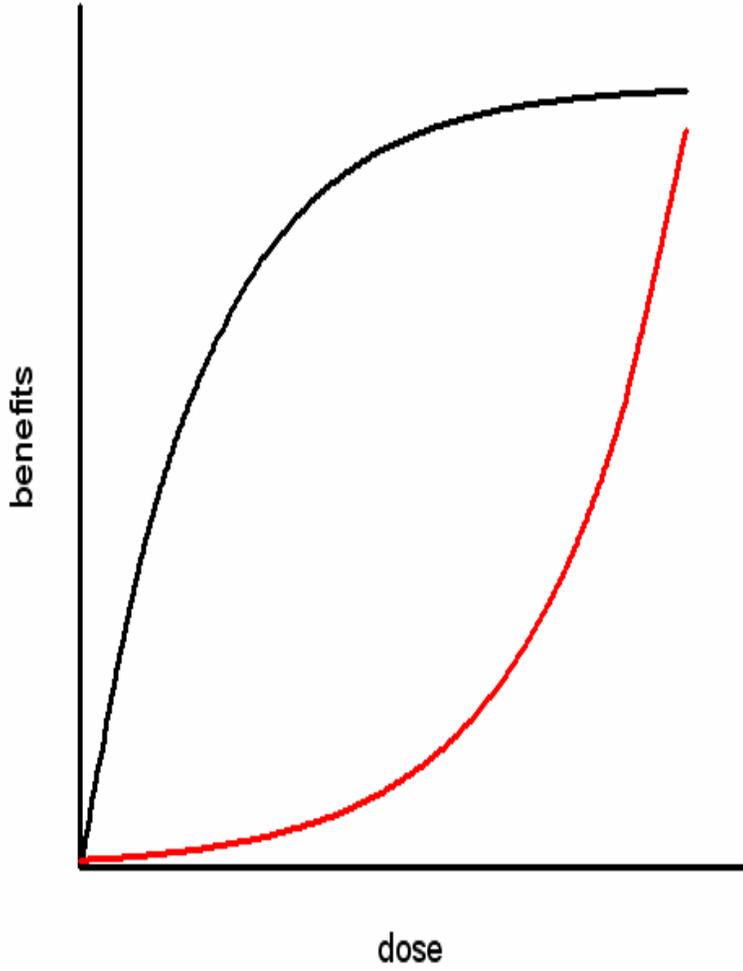
SPESSE È LA SOLA FORMA DI ESERCIZIO POSSIBILE PER UNA FORTE RIDUZIONE DELLA MASSIMA POTENZA AEROBICA

# BENEFICI DI ALLENAMENTO ALLA FORZA

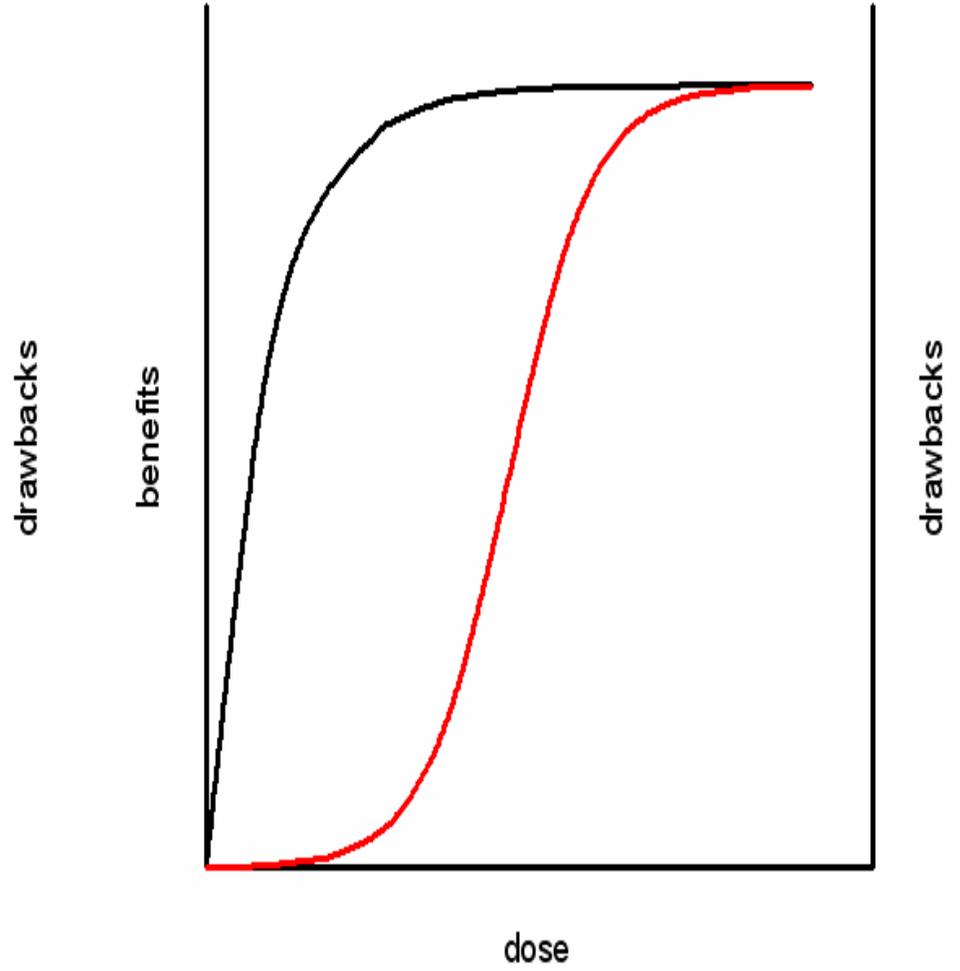
IN 10-12 SETT:

- +100% FORZA MASSIMA, +20% POTENZA, SPECIFICITÀ
- BENEFICIO MASSIMO NEI PIÙ FRAGILI
- PRIME 10 SETT SOLO COMPONENTE NERVOSA
- IPERTROFIA TARDIVA, SOPRATTUTTO A CARICO DELLE FIBRE DI TIPO II
- CONTINUANO FINO A 2 ANNI
- INCREMENTO DI FORZA SPECIFICA (NON SOLO ↑ MASSA)
- PIÙ EFFICACI ESERCIZI ECCENTRICI (MAGGIORE FORZA CON MINORE IMPEGNO CARDIOVASCOLARE)
- MIGLIORAMENTO FUNZIONALMENTE RILEVANTE?
- MAGGIORE SUSCETTIBILITÀ AGLI INFORTUNI?

young



old



# DANNO MUSCOLARE DA ESERCIZIO NELL'ANZIANO

- MAGGIORE SUSCETTIBILITÀ
- RITARDO RIPARAZIONE
- RIPARAZIONE MENO EFFICACIE

## DANNO MUSCOLARE DA ESERCIZIO NELL'ANZIANO

### SUSCETTIBILITÀ:

- ↑ DANNO PER STESSO ESERCIZIO ACUTO
- TRAINING ANNULLA LA DIFFERENZA

DOVUTO A RIDUZIONE DI FORZA, VELOCITÀ, RESISTENZA E SCADIMENTO DEL CONTROLLO MOTORIO, AUMENTATA PRODUZIONE DI RADICALI LIBERI, RIDOTTA PRODUZIONE DI ANTIOSSIDANTI, CIRCOLO VIZIOSO DA INIBIZIONE MUSCOLARE RIFLESSA

### CAPACITÀ/EFFICACIA DI RIPARAZIONE:

- RIDOTTA VELOCITÀ DI RIPARAZIONE E RECUPERO DELLA FORZA (RALLENTAMENTO)
- PERDITA CAPACITÀ DI PROTEZIONE DAL RE- INFORTUNIO (RIDUZIONE DELLA QUALITÀ DELLA RIPARAZIONE)

DOVUTO A FATTORI SISTEMICI (ORMONALI ED IMMUNITARI E RIDOTTA SINTESI PROTEICA, DEFICIT NUTRIZIONALI)

DONNE PIÙ SUCETTIBILI

ORMONO-DIPENDENZA

# DIFFICOLTÀ INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEGLI STUDI

- DISEGNO (LONGITUDINALE, TRASVERSALE)
- DURATA (BREVE TERMINE, LUNGO TERMINE)
- TIPO ED INTENSITÀ ESERCIZIO UTILIZZATO (TROPPO LEGGERO PER DARE IPERTROFIA??)
- CONFONDIMENTO LIVELLO DI ATTIVITÀ (DEFINIZIONI)
- VARIABILITÀ BIOLOGICA
- EFFETTO DEL GENERE
- EFFETTO DEGLI ORMONI SESSUALI
- EFFETTO DELLA MASSA (FORZA SPECIFICA)



STATE UNIVERSITY OF NEW YORK AT BUFFALO



PROF. DAVID R. PENDERGAST

## RIDUZIONE DI FORZA MUSCOLARE:

- PERDITA DI INDIPENDENZA FUNZIONALE
- AUMENTATO RISCHIO DI CADUTE
- AGGRAVATA DA COMORBILITÀ (ARTROSI, PREVALENZA 40%)

## DIMINUZIONE PIÙ MARCATA A LUNGHEZZE

### MUSCOLARI MAGGIORI

COMPORTA DIFFICOLTÀ SOPRATTUTTO:

- SALIRE SCALE
- ALZARSI DALLA SEDIA
- CAMMINARE

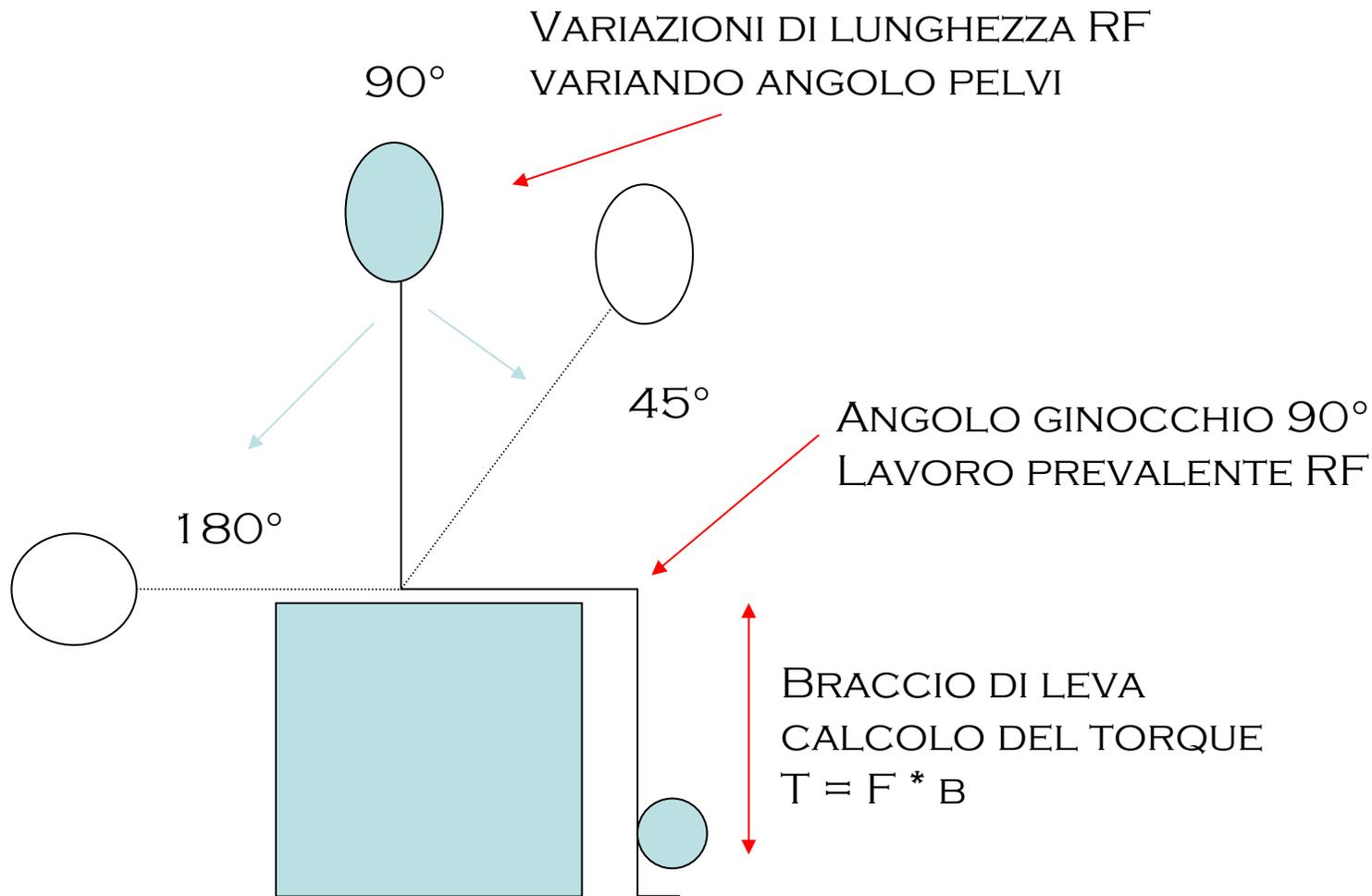
# VALUTAZIONE QUANTITATIVA DELLA MASSIMA FORZA MUSCOLARE VOLONTARIA

EQUIVALENZA TRA I METODI ISOMETRICO, ISOTONICO ED ISOCINETICO A VELOCITÀ MODERATE ED ANGOLI ARTICOLARI INTERMEDI.

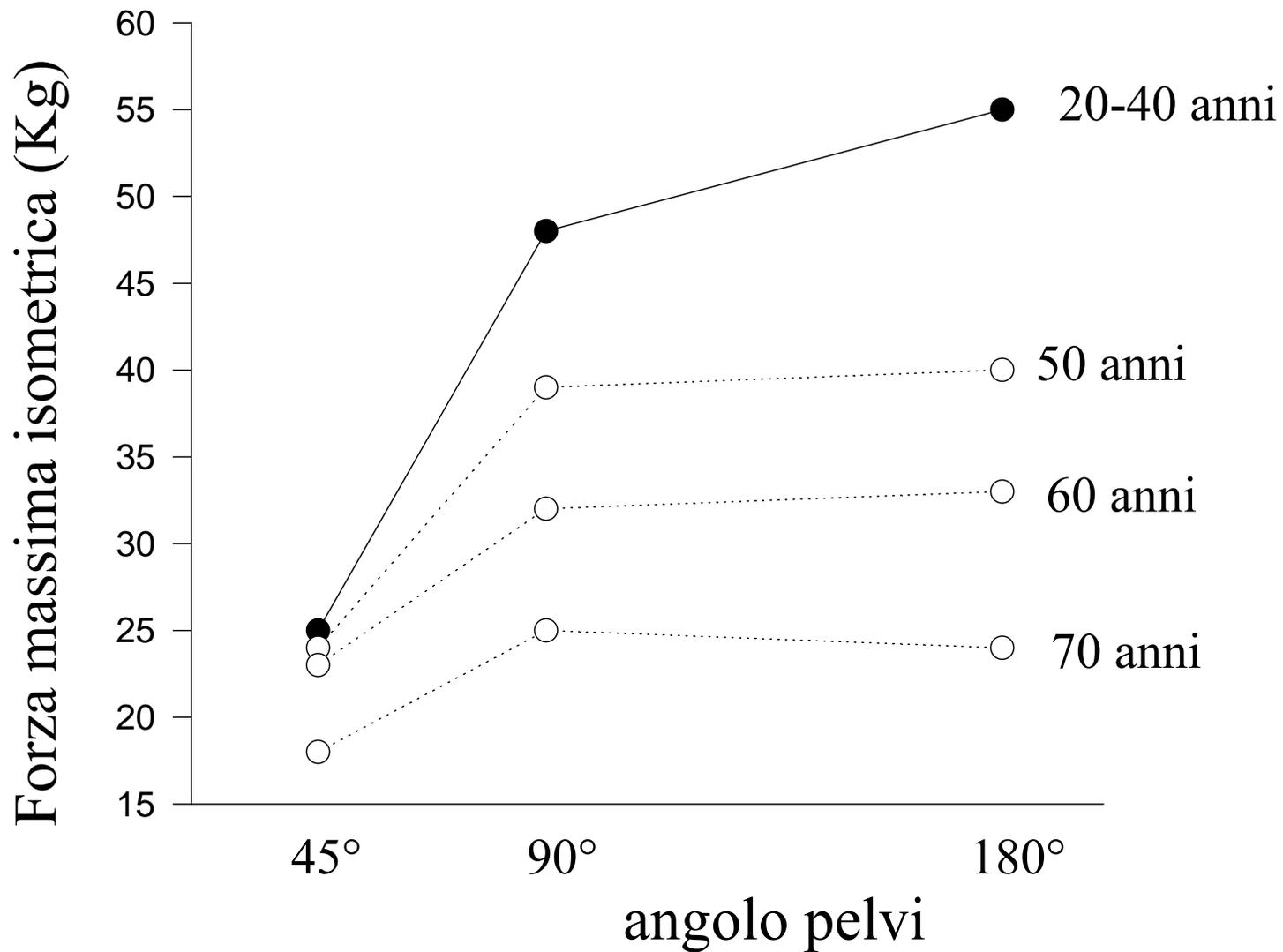
VALUTAZIONE ISOCINETICA COSTOSA E COMPLESSA, PROBLEMATICA IN CASO DI PATOLOGIA ARTICOLARE

ELABORAZIONE DI METODI SEMPLICI, RAPIDI, POCO COSTOSI, TRASPORTABILI

EFFICACIA SPECIFICA E RILEVANZA FUNZIONALE DI PROGRAMMI DI RIEDUCAZIONE



MISURA LUNGHEZZA RF COME DISTANZA TRA TUBEROSITÀ TIBIALE E SPINA ILIACA ANTERIORE SUPERIORE



- LUNGHEZZE MAGGIORI PER CAMMINO, SALITA SCALE, ALZATA SEDIA
- INDAGARE ALLE LUNGHEZZE MAGGIORI PER DOCUMENTARE PERDITA DI FORZA
- ALLENARE ALLE LUNGHEZZE MAGGIORI
- CONCETTO DI RISERVA FUNZIONALE FINALIZZATA AD UN COMPITO MOTORIO

# TECNICHE DI MISURA

- MASSIMA FORZA ISOMETRICA (CELLA DI CARICO)
- RESISTENZA (PROFILO DI DECADIMENTO DELLA FORZA DURANTE CONTRAZIONE ISOMETRICA)
- VELOCITÀ (TEMPO NECESSARIO A SPOSTARE UN PESO DI 1 O 2 KG IN TUTTO IL ROM, DISTANZA/TEMPO, GRADI AL SECONDO; POTENZIOMETRO AL CENTRO DI ROTAZIONE DEL GINOCCHIO)
  
- IMPORTANZA DEGLI ANGOLI ARTICOLARI
- CARATTERISTICHE DELLA RISPOSTA NEL TEMPO