

Da: Moruzzi G., Fisiologia (Vol. I). UTET 1986.

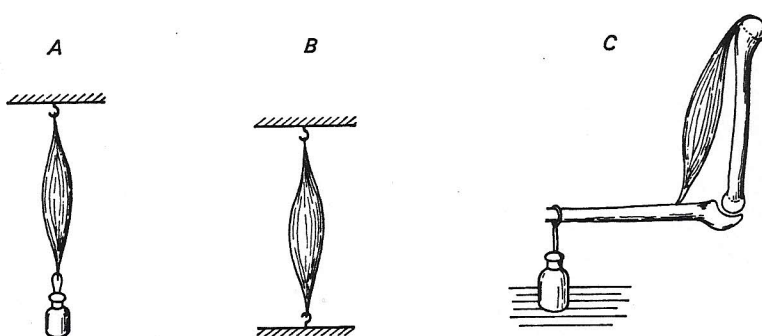


Fig. 42. I vari tipi di contrazione muscolare.

Nel muscolo isolato si può avere contrazione isotonica (A) o isometrica (B). In natura (C) la contrazione è dapprima isometrica, e diventa isotonica quando il peso comincia ad essere sollevato.

(Da H. REIN e M. SCHNEIDER, *Einführung in die Physiologie des Menschen*, Berlin, Springer, 1966, figg. 287, 288, 289).

Da: Moruzzi G., Fisiologia (Vol. I). UTET 1986.

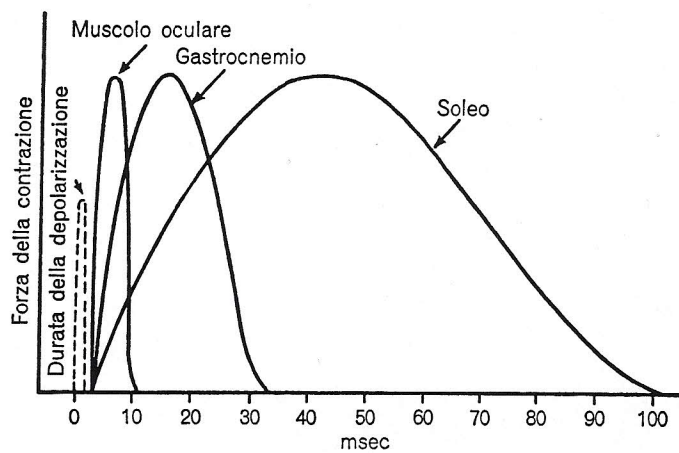
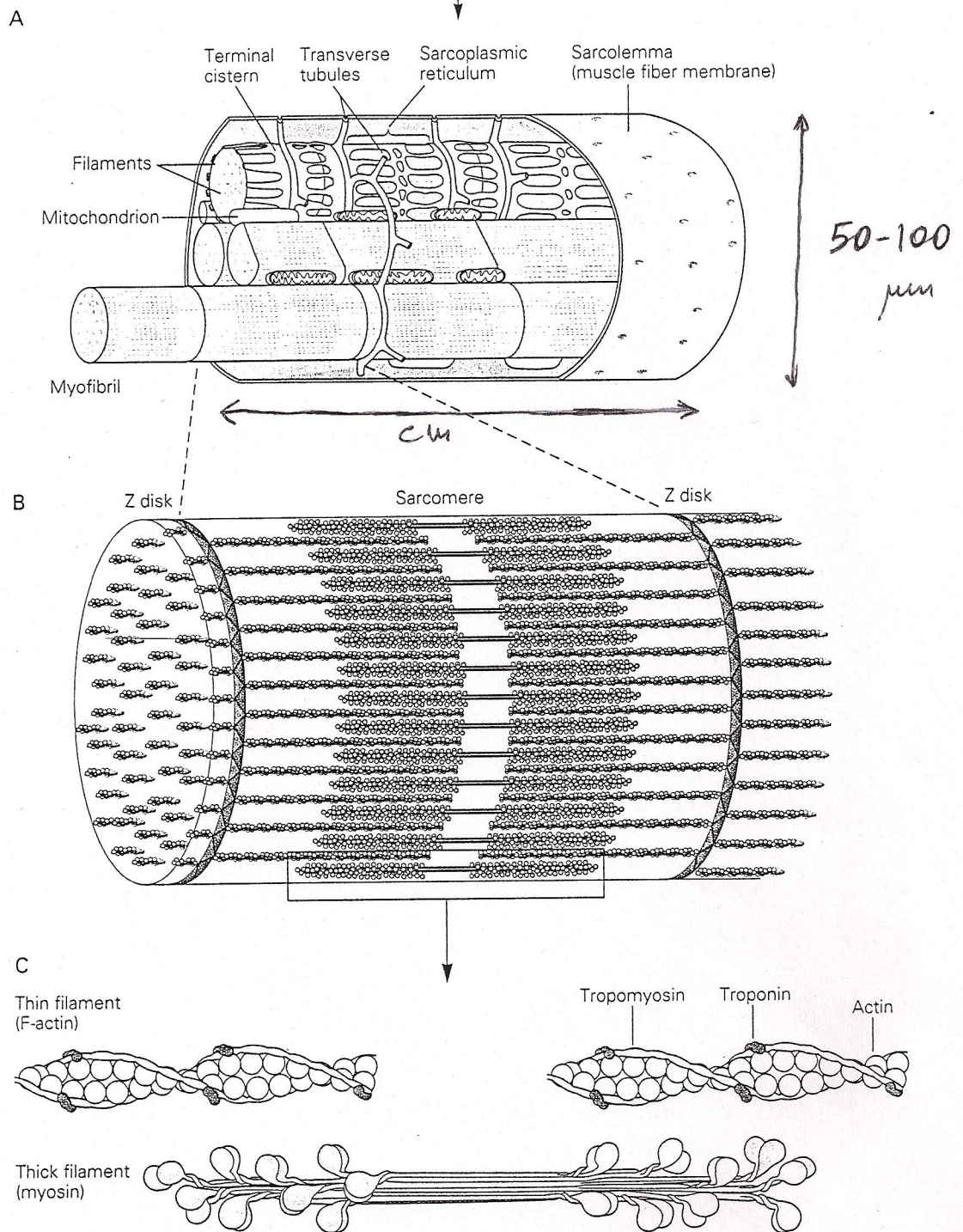


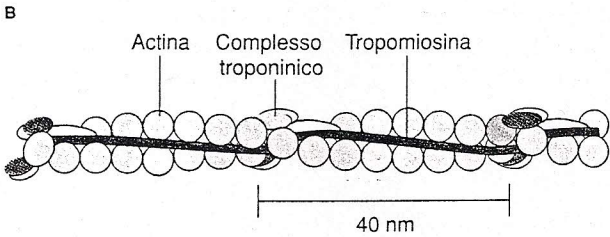
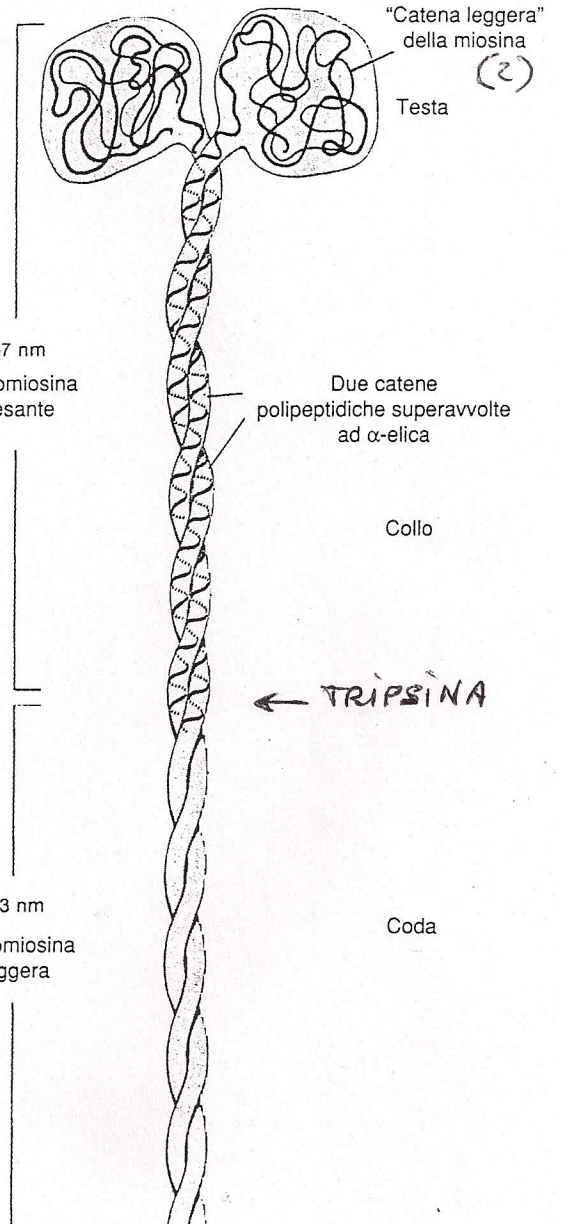
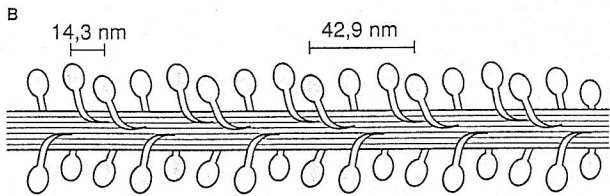
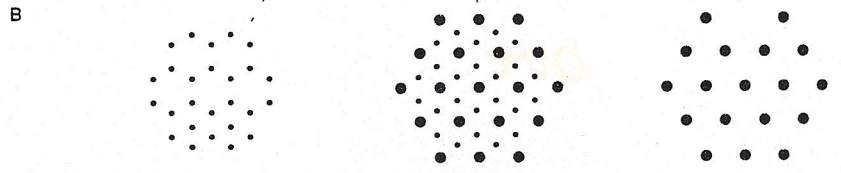
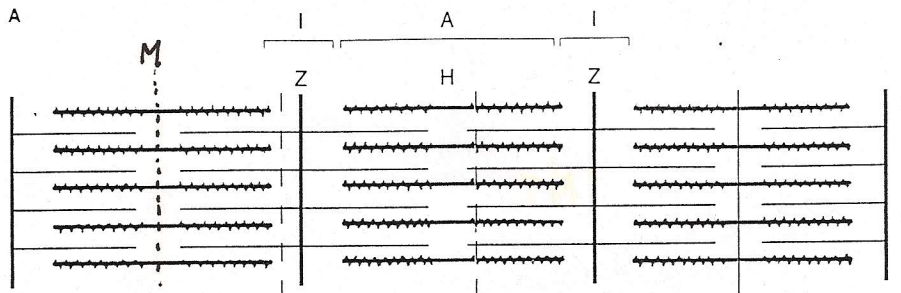
Fig. 46. Durata della scossa isometrica nei diversi muscoli di mammifero.

Lo schema dimostra che la depolarizzazione della membrana precede in ogni caso la contrazione. La scossa più rapida si ha nei muscoli estrinseci dell'occhio, seguiti dal gastrocnemio e quindi dal soleo.

(Da A. C. GUYTON, *Textbook of Medical Physiology*, Philadelphia, Saunders, 1961, fig. 162)



Da: Randall et al., Animal Physiology, 4th edition, Freeman & Company, 1997.



Da Randall et al.
Fisiologia animale

Da: Aidley D.J., The Physiology of Excitable Cells. Cambridge Univ. Press, 1998.

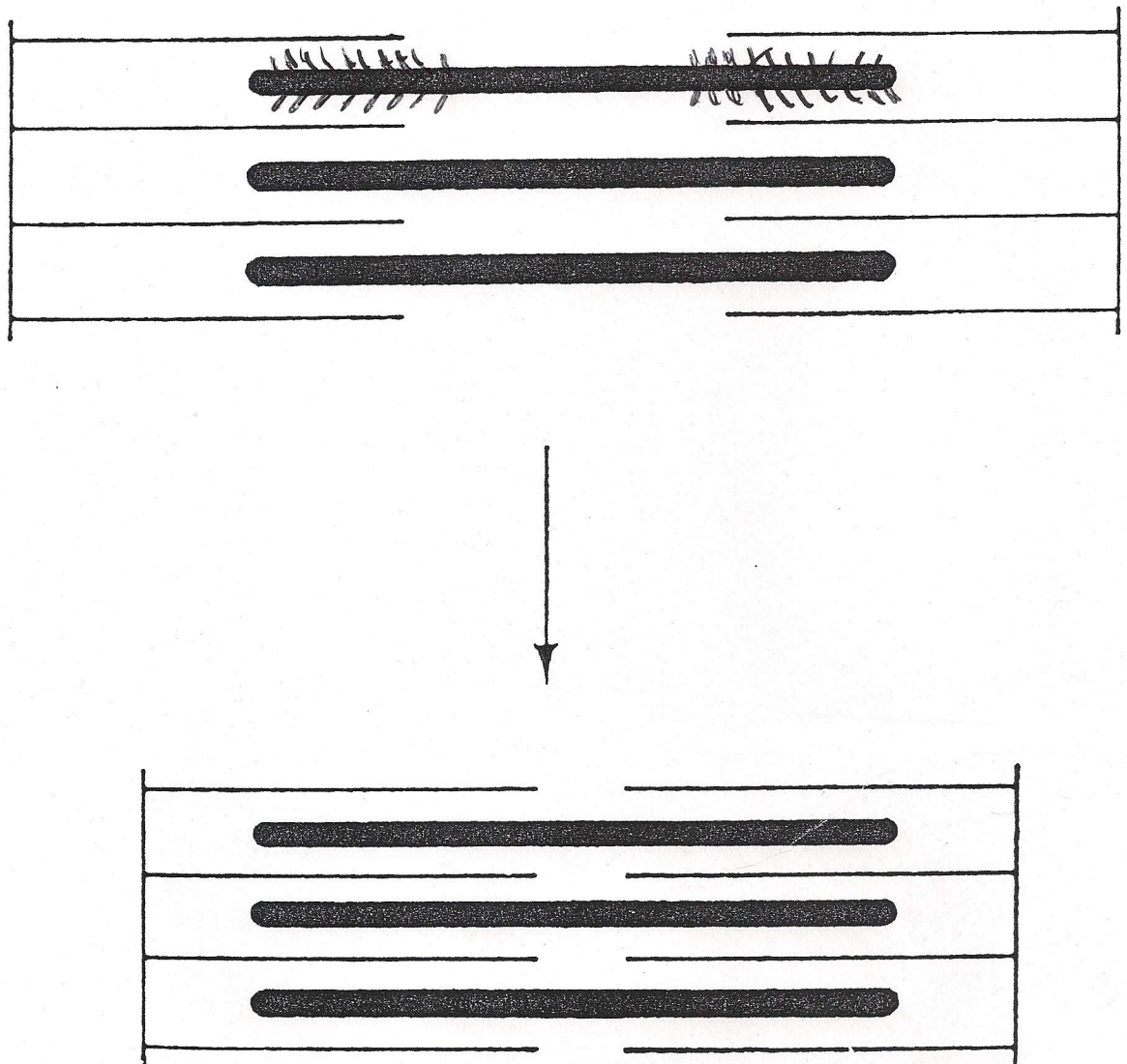


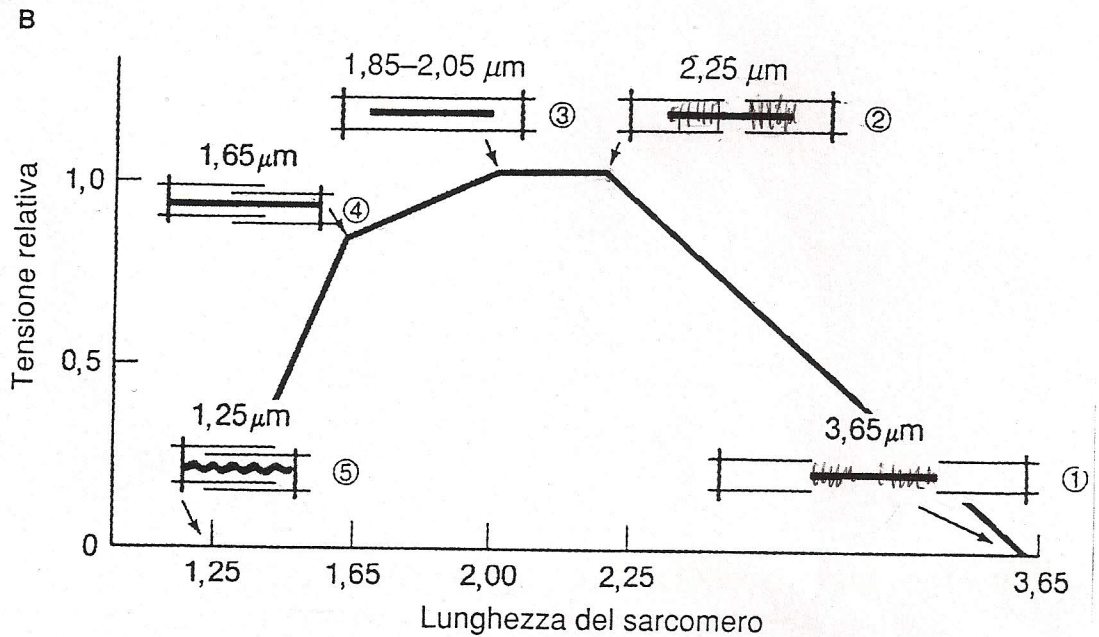
Figure 19.6. The structural changes in a sarcomere on shortening, according to the sliding filament theory.

TEORIA DEI FILAMENTI SLITTANTI

- SCORRIMENTO DEI FILAMENTI SPESSE e SOTTILI, NON CAMBIA il displacement
- LA F DERIVA DAL N DI INTERAZIONI DEI PONTI TRASVERSI (dal N di PONTI LEGATI)
- I PONTI SI LEGANO IN MODO INDIPENDENTE

RELAZIONE TRA FORZA E LUNGHEZZA DEL SARCOMERO

Da: Randall et al., Fisiologia Animale, II ed., Zanichelli 1999.



Durante la contrazione, i sarcomeri (e quindi la fibra) si accorciano, ma la lunghezza dei filamenti spessi e sottili resta costante (p.es. la banda A non si accorcia) - la banda I si restringe -

Da: Stanfield C., Fisiologia, III ed. EdiSES.

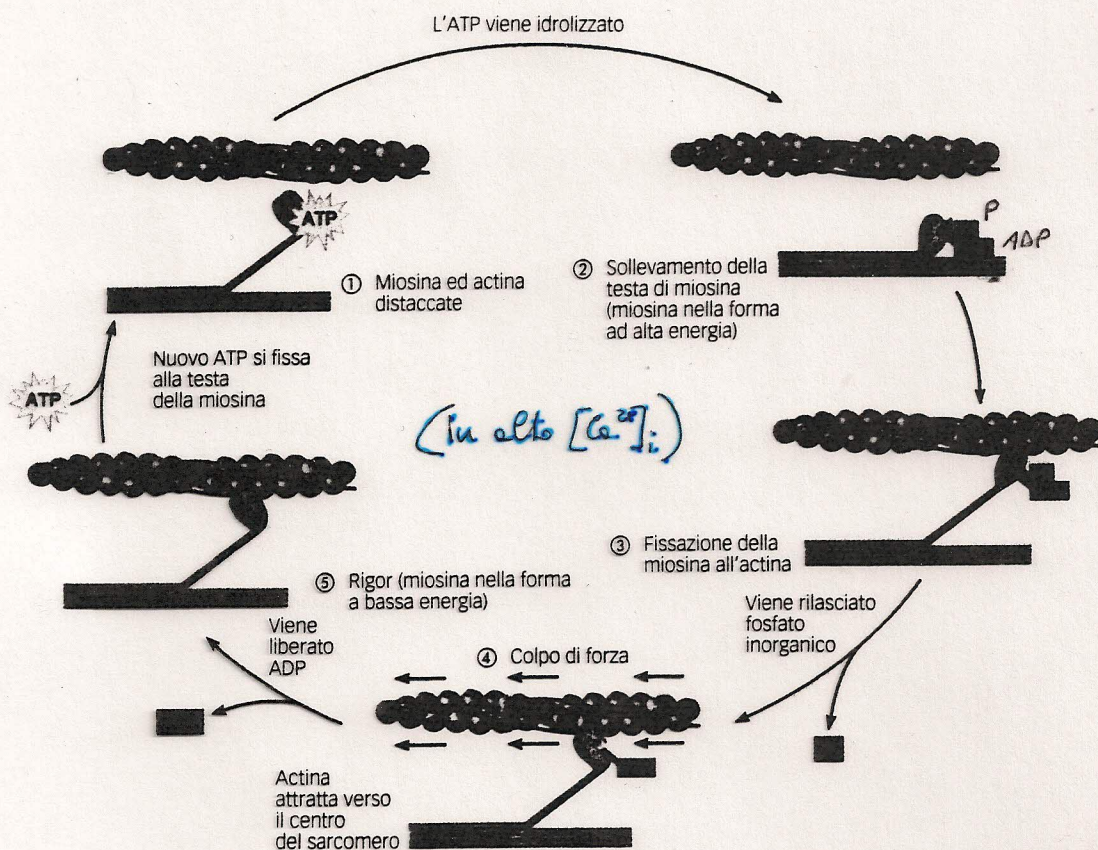


FIGURA 11.7 Il ciclo dei ponti trasversali. Le fasi del ciclo sono descritte nel testo.

CONSUMO: CICLO DEI PONTI TRASVERSALI (dipende dalla velocità)
 POMPA DEL Ca^{2+} (2 ATP/ione)
 ↳ 25/30% dell'ammontare ATP usata (non dipende dalla v)

METODO: MUSCOLO A DIVERSE LUNGHEZZE

↓
 STIMOLO (sempre ↑ $[Ca^{2+}]_i$)

↓
 IL CONSUMO DELLA POMPA È IN COSTANTE
 IL CONSUMO DEL CICLO DIPENDE DA L

v si:
ACCORCIAMENTO

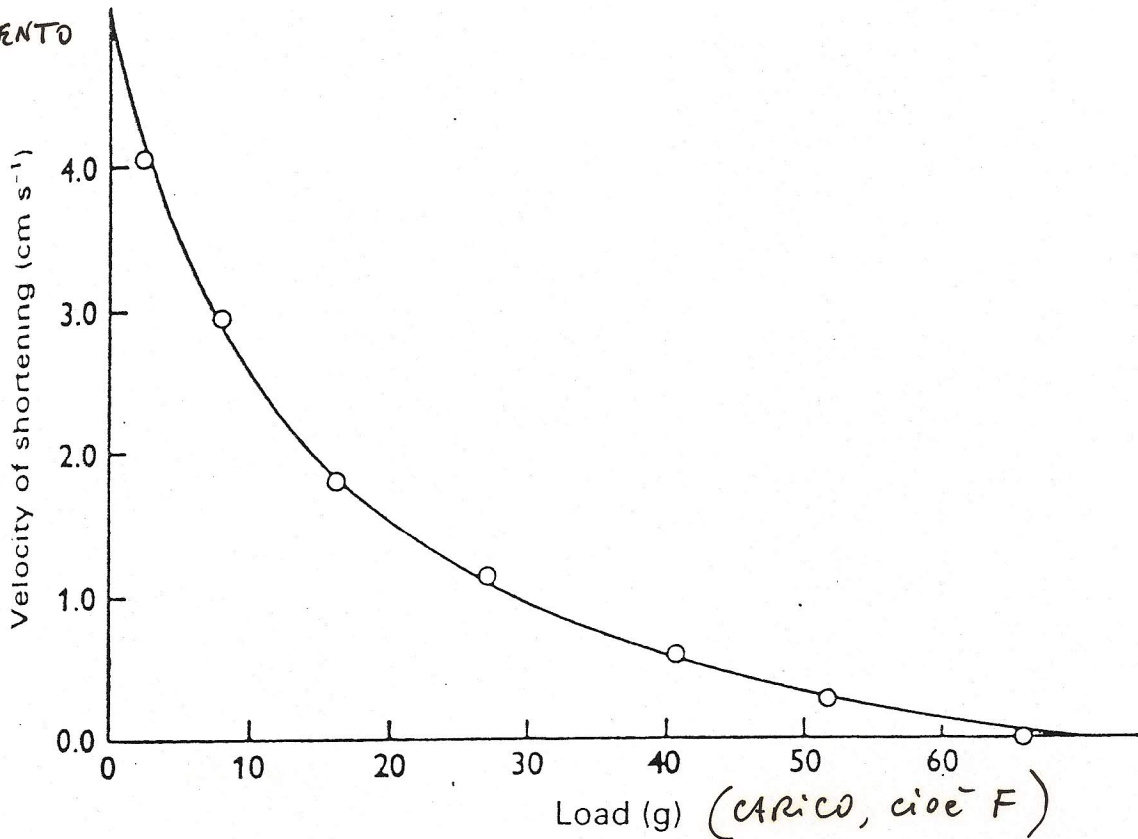
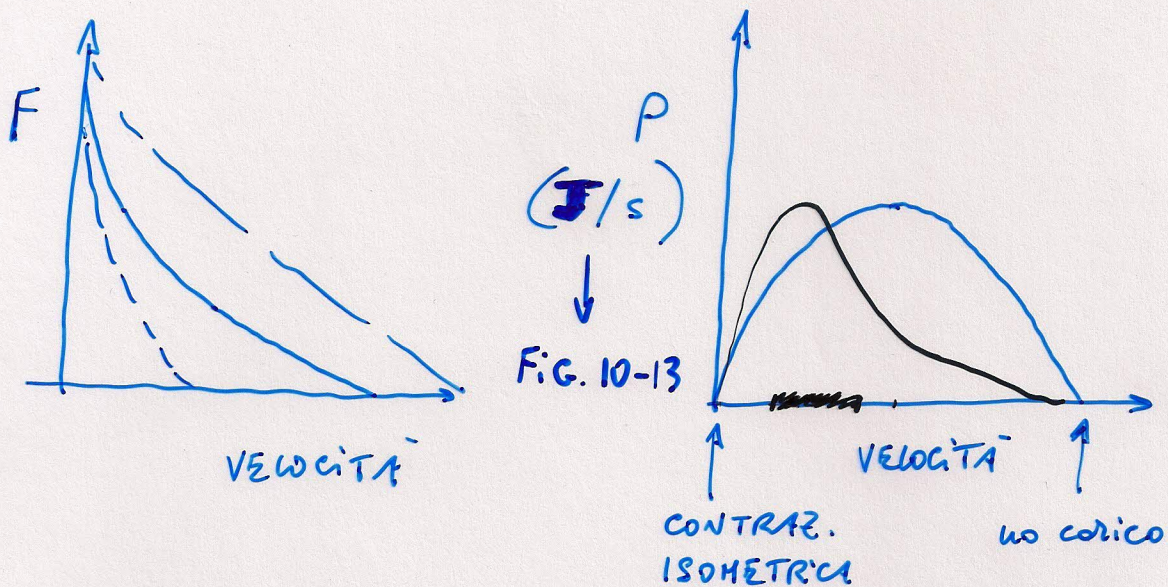


Figure 18.12. The force–velocity relation of a frog sartorius muscle at 0 °C. The experimental points were determined from after-loaded contractions as in fig. 18.8. The curve is drawn according to equation 18.1 (Hill's equation) with $a = 14.35$ g, $b = 1.03$ cm s⁻¹, and $P_0 = 65.3$ g. (From Hill, 1938, by permission of the Royal Society.)

k

FORZA, VELOCITÀ E POTENZA NEL MUSCOLO



F = FORZA

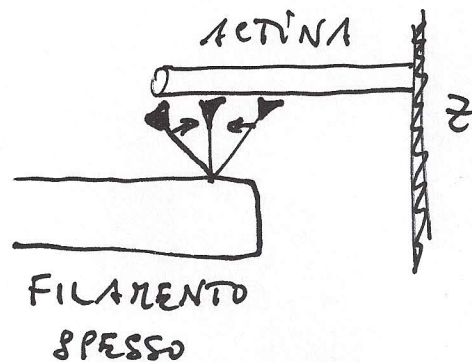
$$P = \text{POTENZA} = \frac{\text{LAVORO}}{\text{TEMPO}} = \frac{F \times l}{t} = F \times V$$

V = VELOCITÀ

P RISULTA MASSIMA A V INTERMEDIAIE

In genere ciò si ottiene a $\frac{V}{V_{MAX}} = 0.15 - 0.4$

e ciò vale per tutti i muscoli, indipendentemente dalla loro V_{MAX} .

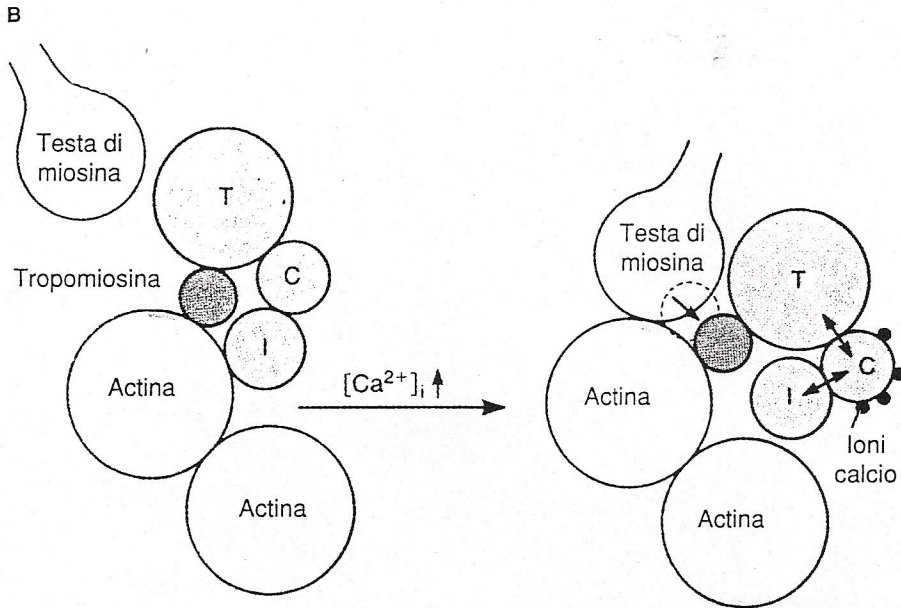
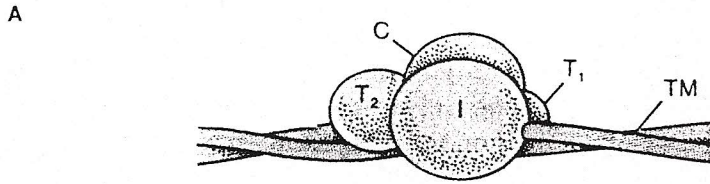


I ponti trasversi si attaccano solo quando possono produrre forze positive. Quando le teste di miosina si trovano spostate verso sinistra (nel disegno) producono F negativa, ma non si attaccano.

In condizioni isometriche, ci sono solo ponti attaccati in modo da produrre F positiva, inoltre si ha il N_{MAX} di ponti attaccati.

Quando c'è lo scorrimento dei filamenti: 1) cala il N di ponti trasversi, perché una parte si deve staccare per recuperare la posizione, e tanti di più quanto più veloce è la contrazione; 2) una parte delle teste di miosina sono portate verso la zona che produce F negativa, perché quanto più grande è la velocità di scorrimento tanto minore è la probabilità che le teste riescano a staccarsi in tempo.

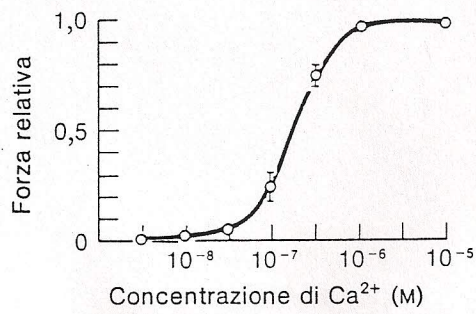
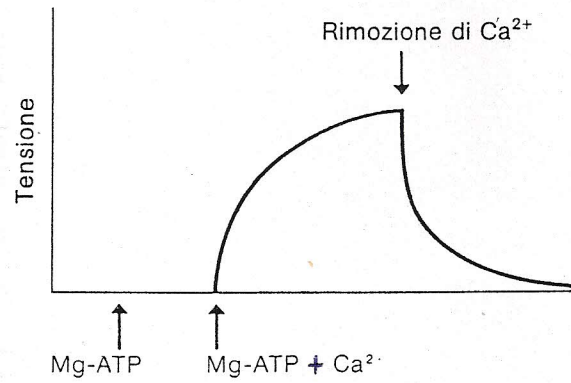
I muscoli molto veloci hanno ponti trasversi che riescono a staccarsi rapidamente dal filamento di actina.



(VALE PER IL MUSCOLO STRIATO DEI VERTEBRATI)

De: Rendell et al. Fisiologia Animale

B

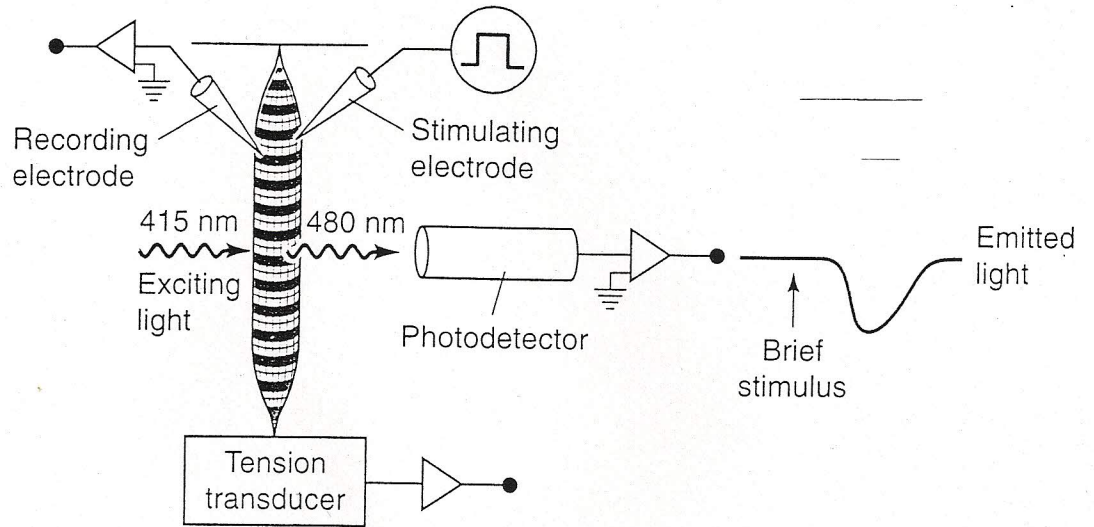


FIBRE NUDE o
PERMEABILIZZATE

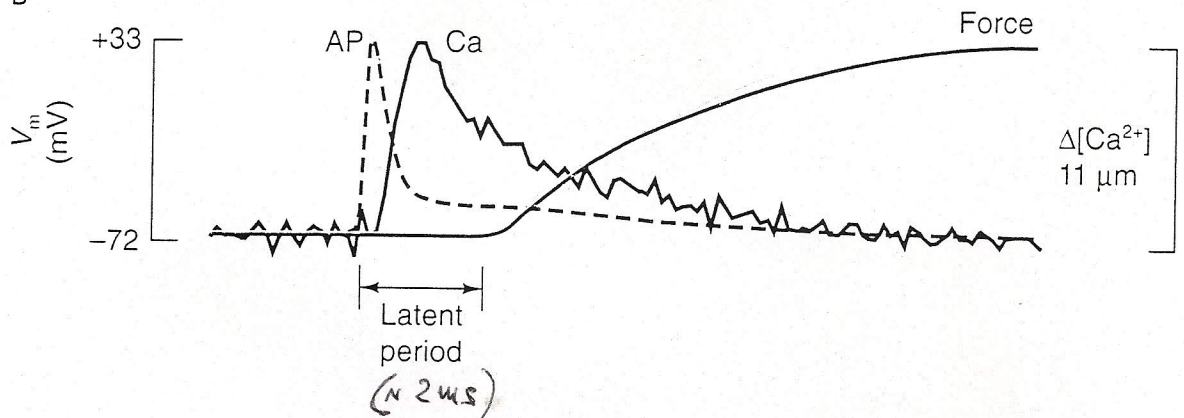
$[Ca^{2+}]$: AUMENTA DOPO LO STIMOLO
E PRECEDE LA CONTRAZIONE

Da: Randall et al., Animal Physiology, 4th edition, Freeman & Company, 1997.

A



B

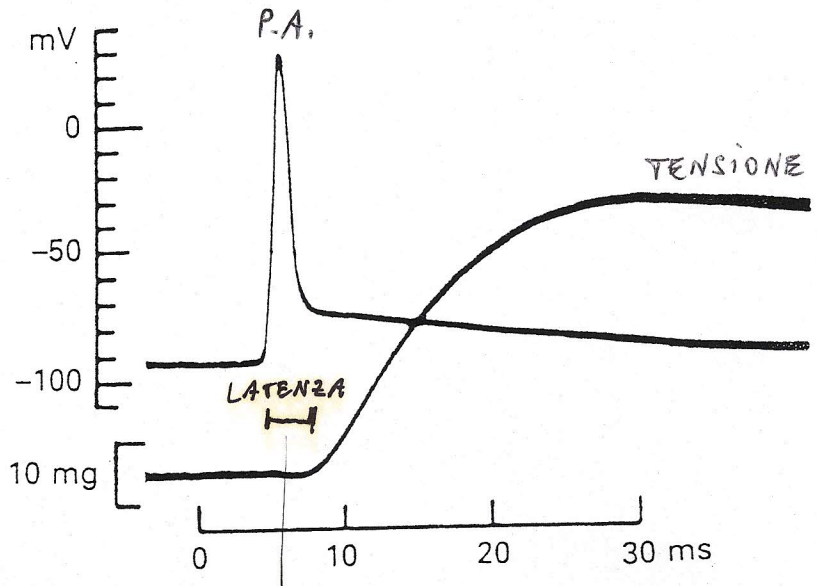


MISURA SIMULTANEA di:

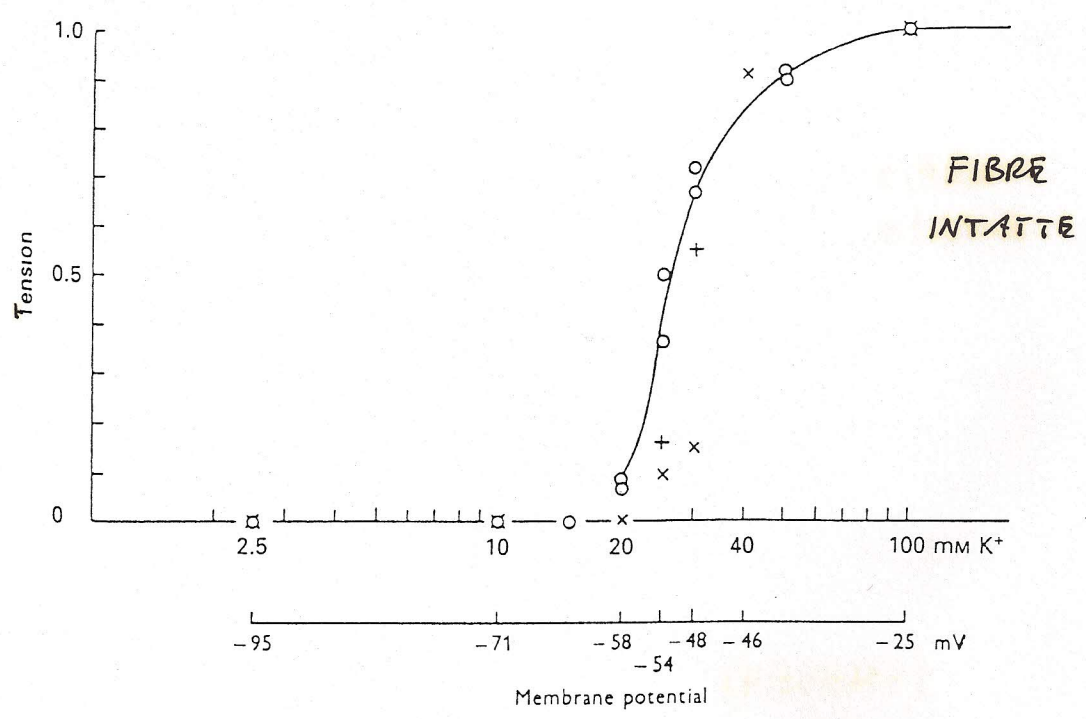
V_m (microelettrodi)

$[Ca^{2+}]$: (fluorescenza)

TENSIONE (trasduttore meccanico)

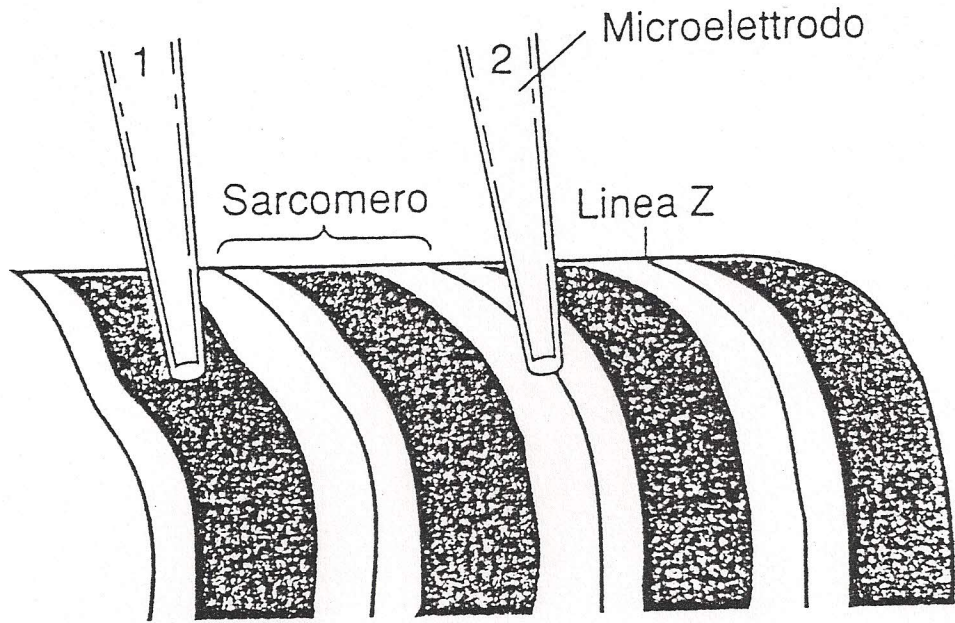


12ms, troppo breve perché basti Ca^{2+} dall'esterno a diffondere nella fibra



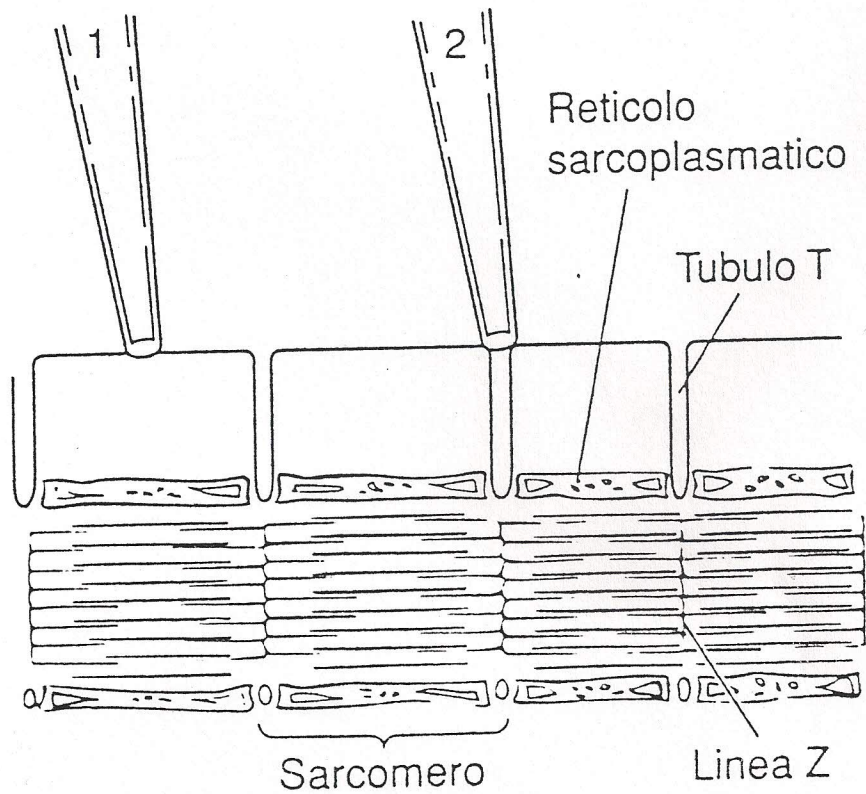
Da: Aidley D.J., The Physiology of Excitable Cells. Cambridge Univ. Press, 1998.

A

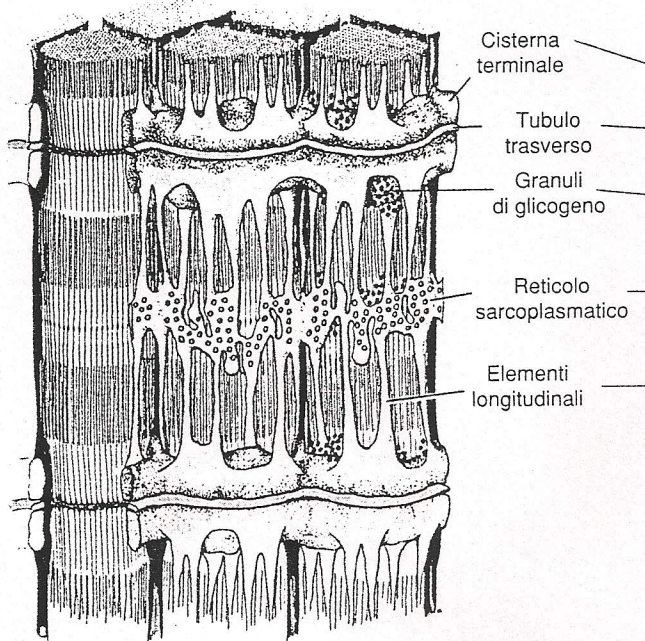
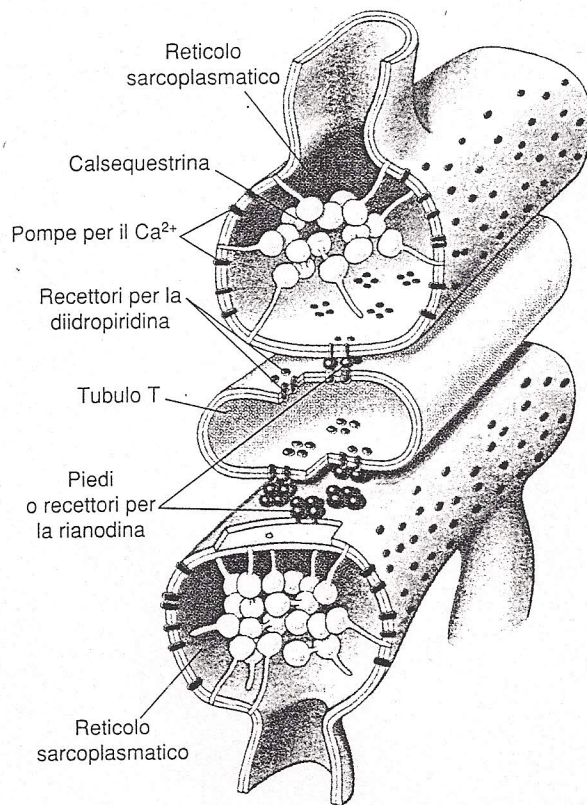


DEPOLARIZZAZIONE DI ENTITÀ MODERATA
APPLICATA LOCALMENTE (non genere PA)
RISPOSTA ASSIALE (non Coupl.it.) PROPORZ. ALLO
STIMOLO

B



TRIADE



DA: RANDALL et al.

FISILOGIA ANIMALE

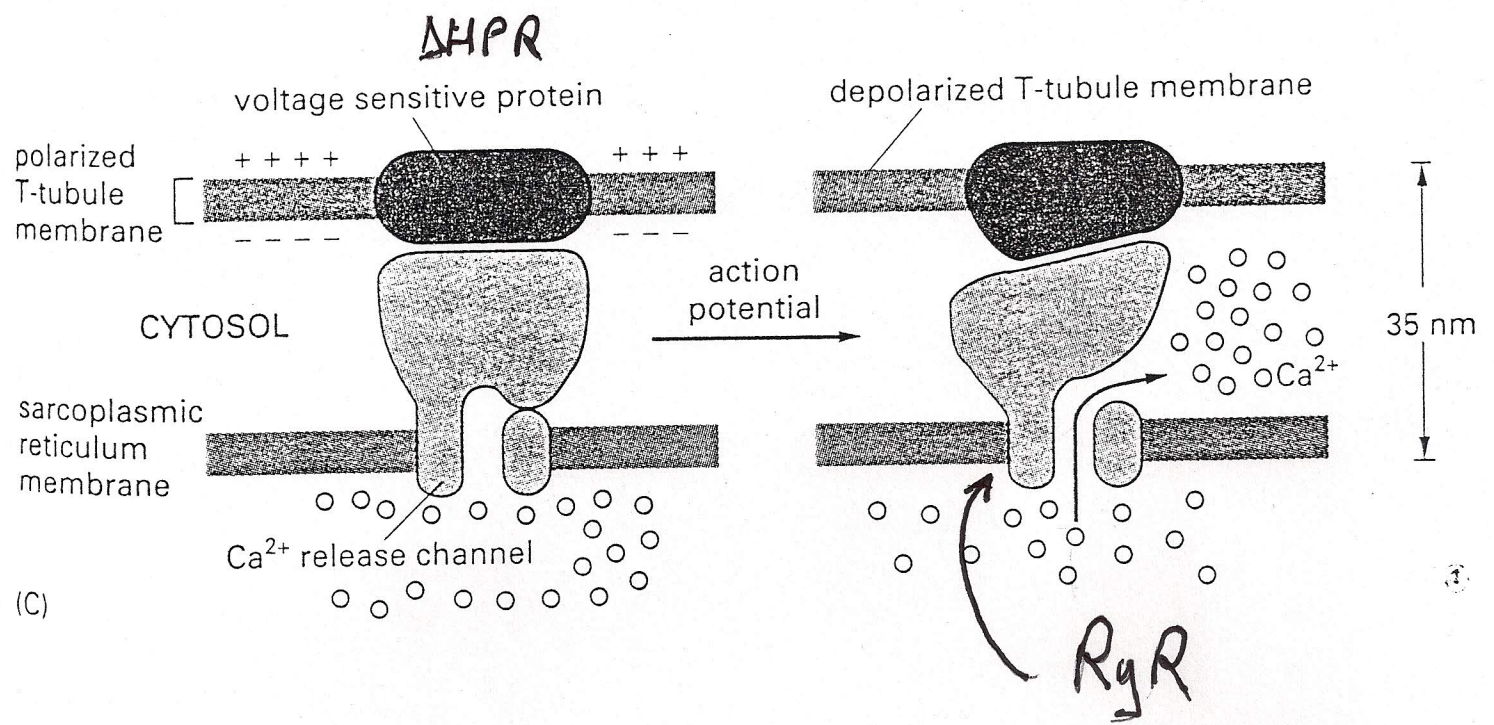
ZANICHELLI

ACCUMULO DEL CALCIO NEL RETICOLO ENDOPLASMICO - SARCO- PLASMICO

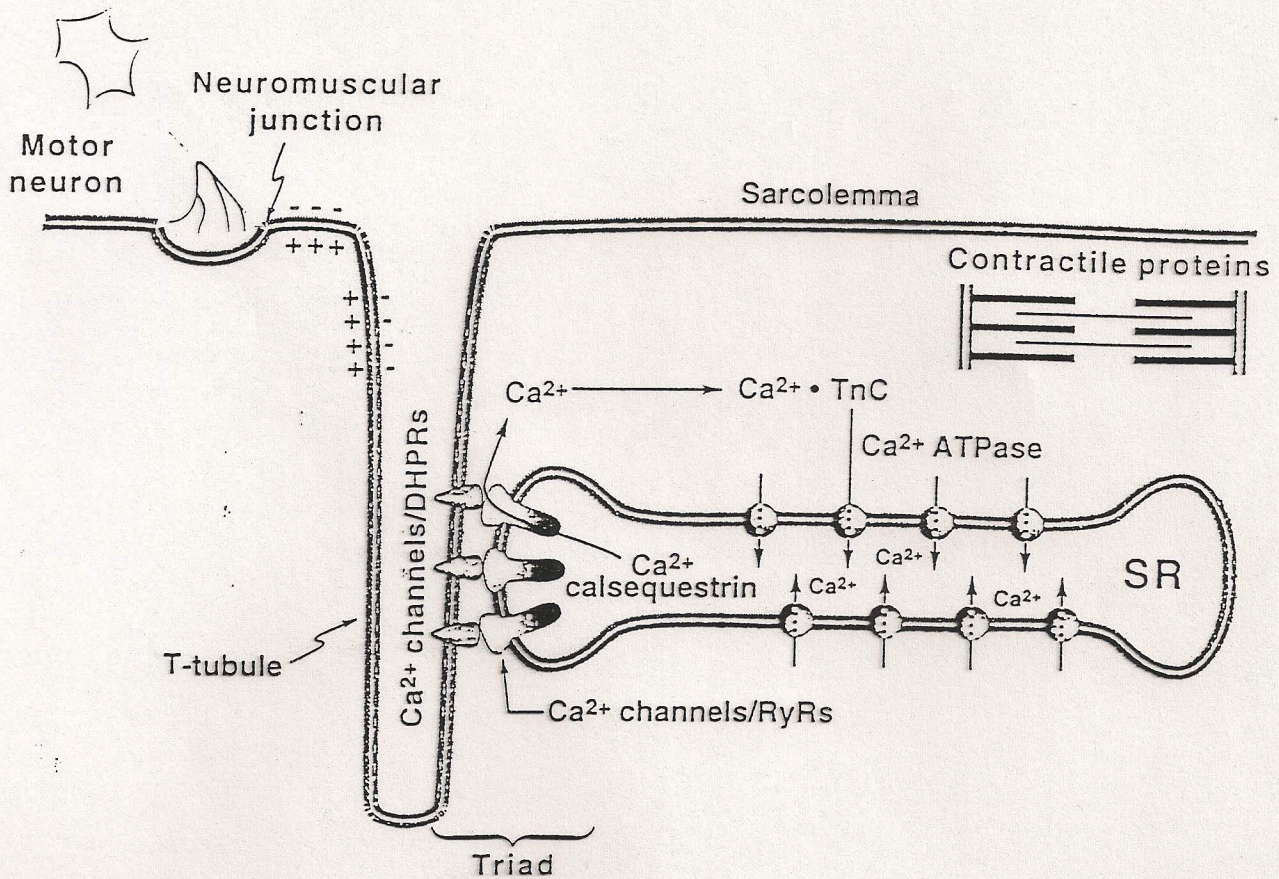


ER/SR

- a) ALTA CAPACITÀ (25-50 mol/mol)
- b) BASSA AFFINITÀ (K_D 1-4 mM)
- c) PESO MOLECOLARE \approx 45 kDa

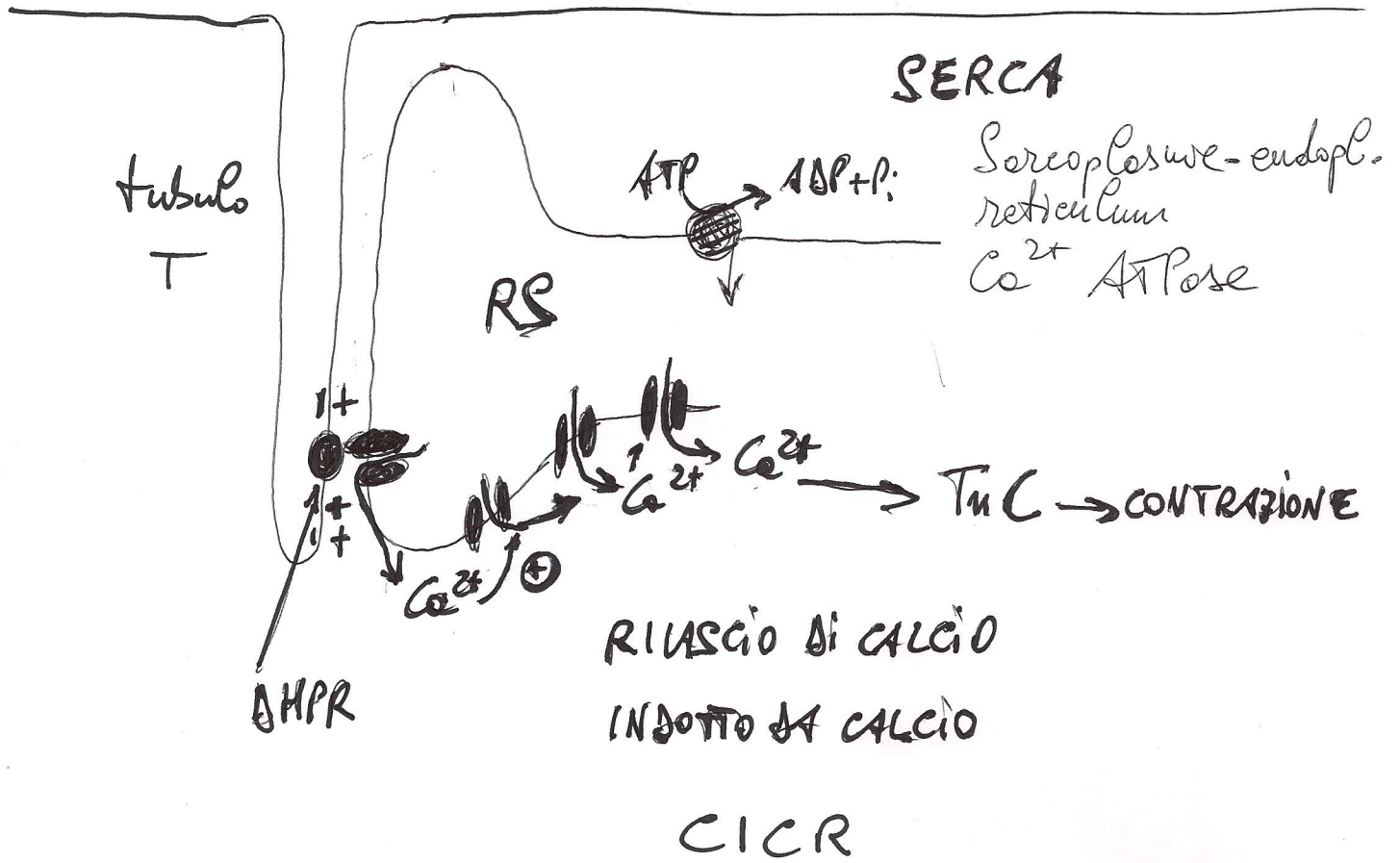


(C)



- ♦ Resting $[Ca]_i \sim 0.1 \mu M$
- ♦ Neuromuscular transmission
- ♦ Action potential propagation along sarcolemma and into T-tubules
- ♦ Signal transduction from voltage-dependent Ca^{2+} channels to Ca^{2+} release channels at triad junctions
- ♦ Ca^{2+} release from SR
- ♦ Cytosolic $[Ca]_i$ reaches $1-10 \mu M$
- ♦ Diffusion and binding of Ca^{2+} ions to TnC
- ♦ Removal of troponin inhibition of the contractile proteins
- ♦ Contractile proteins shorten to generate force
- ♦ $[Ca]_i$ returns to resting levels via:
 - Reuptake of Ca^{2+} into SR by Ca^{2+} -ATPase
 - Inactivation of Ca^{2+} release channels
 - Binding of Ca^{2+} to calsequestrin

Fig. 10-40 D'Angelis-Peres
Juvonviente



FIBRE FASICHE : Pot. d'azione nel
muscolo

FIBRE TONICHE : Pot. graduali nel
muscolo
(rare nei Vert.
e perlopiù nei
mani/eri)

TIPI E PROPRIETA' DELLE FIBRE MUSCOLARI SCHELETRICHE DI MAMMIFERO.

Proprietà	Toniche	Fasiche (pot. d'azione)		
		lente (I) (rosse)	rapide ossidative (IIa)	rapide glicolitiche (IIb)
pot. d'azione	no	si	si	si
funzione	intraoculari extraoculari fusi neuromuscolari	postura locom. lenta	locomozione prolungata (p.es. volo)	muscolatura arti
V _{max} di contr.	molto lenta	lenta/moderata	rapida	molto rapida
Cinetica Ca ²⁺		lenta		rapida
Resistenza alla fatica	alta	alta	intermedia	bassa
<p>La resistenza dipende dalla capacità di affidarsi alla fosforilazione ossidativa. Alta resistenza è data da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - alto numero di mitocondri - ricca vascolarizzazione - bassa velocità di consumo di ATP - Mb 				
Conc. enzimi per glicolisi anaer.	bassa	bassa	intermedia	alta

- TYPICO MUSCOLO FASICO: FIBRE MISTE e con PROPRIETA' INTERMEDIE (COMPROMESSO V / COSTO ENERGETICO)
- CARATTERISTICHE DIAGNOSTICHE SOPRATTUTTO ENTRO LA SPECIE

- MYOGLOBINA $\approx 3-400 \mu\text{M}$

$P_{50} \approx 1-2 \text{ mm Hg}$

- NEUROGLOBINA $\approx 1 \mu\text{M}$
(≈ 20000)

$\approx 21\%$ omologhe con Mb

$\approx 25\%$ " con Hb

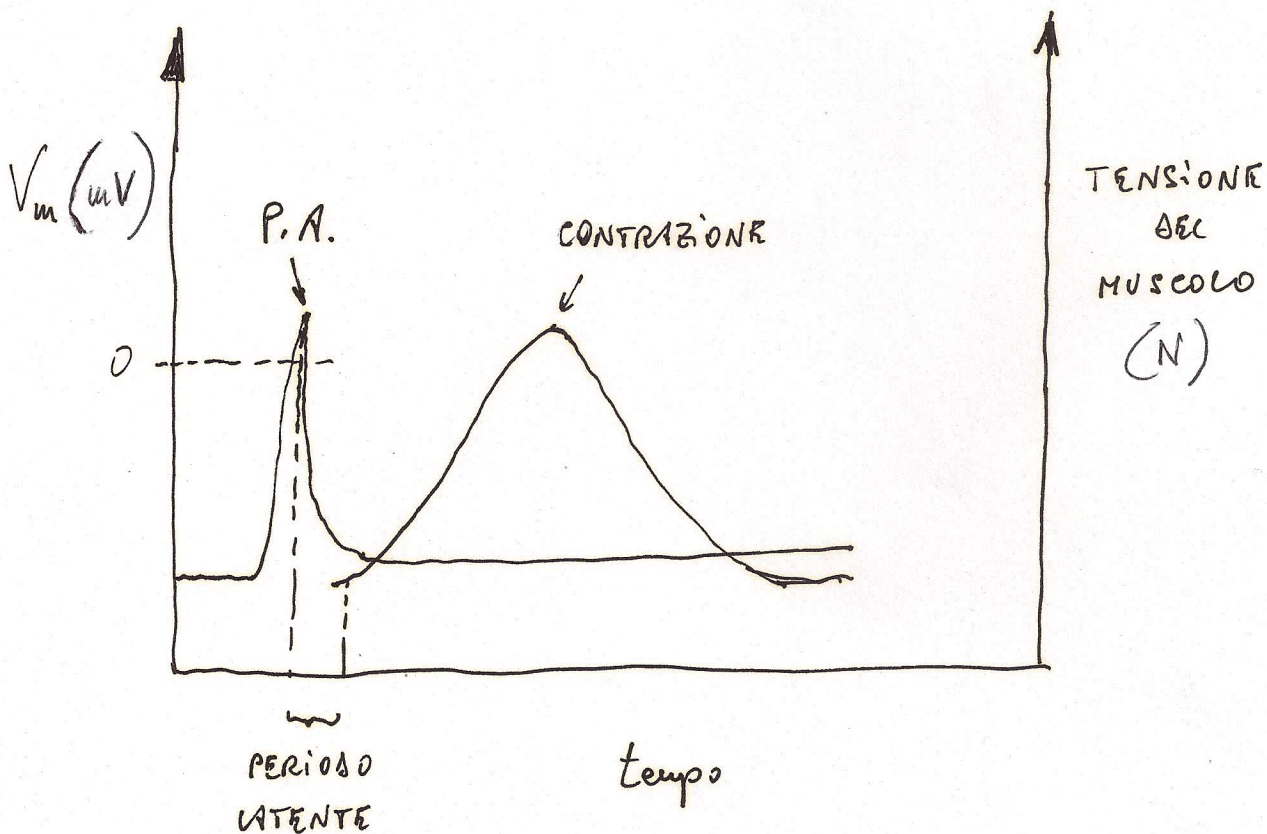
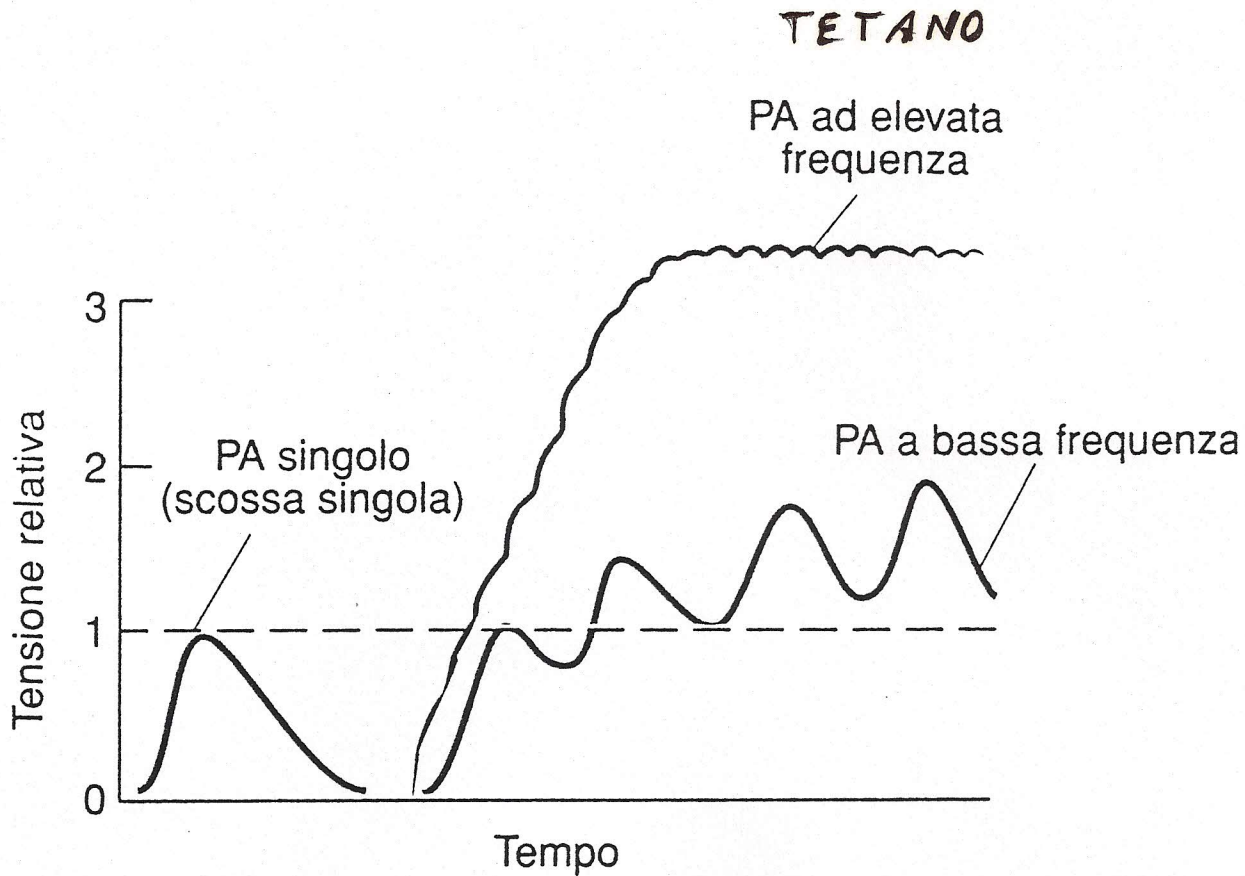
↓
me $100 \mu\text{M}$
nella retina

DETOSSIFICAZIONE? Blood Apoptosis

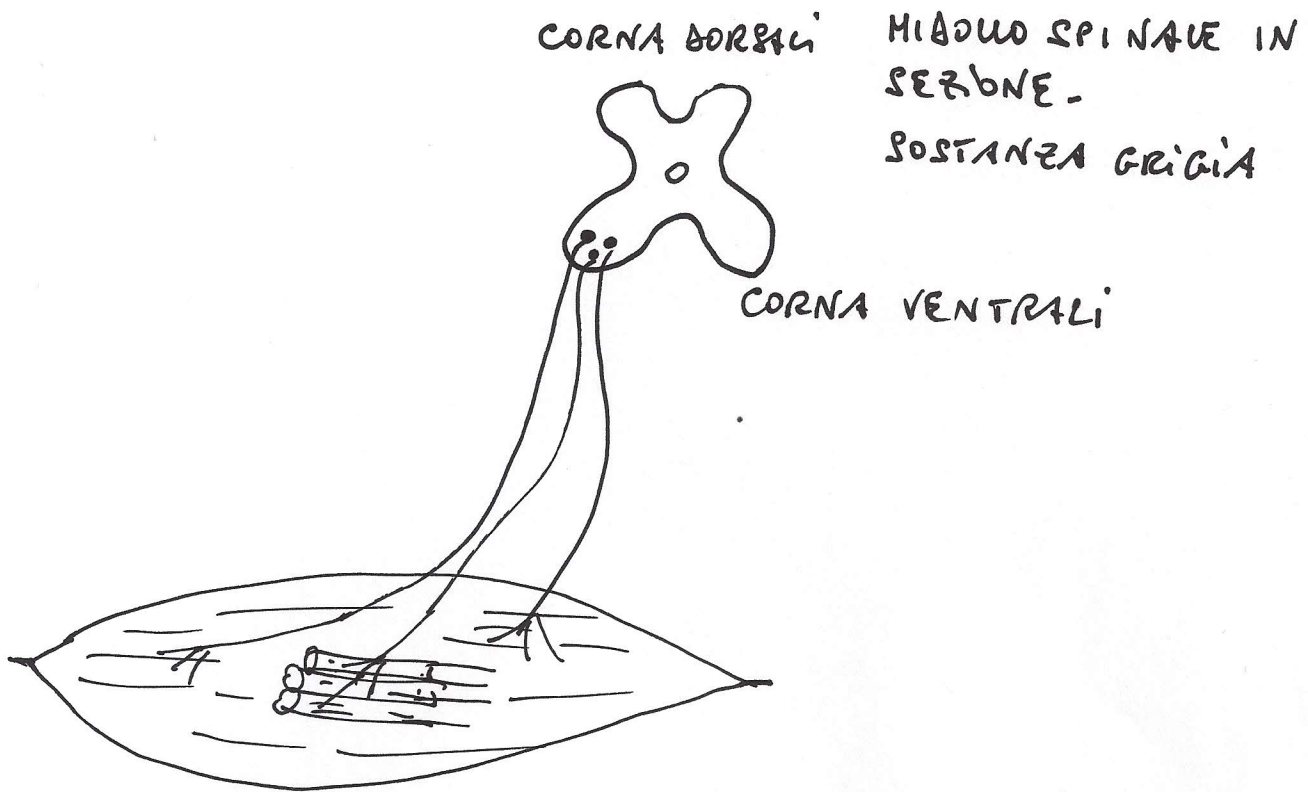
↑ ischemia/ipossia

REACTIVE OXYGEN/NO SPECIES

PRODOTTI DA NEURONI e CHITINADUR ENDOCRINE



UNITÀ MOTORIA



UNITÀ MOTORIA: MOTONEURONI + FIBRE DA
ESSO INNERVATE

MODULAZIONE DELLA FORZA DI CONTRAZIONE:

FIBRE FATICHE: RECRUTAMENTO
TETANO

FIBRE TONICHE: F di contrazione proporzio-
nale alla depolarizzazione
del muscolo, che dipende
dalla freq. di P.A. nel
motoneurone.