

Vie motrici somatiche ed aree  
corticali correlate.

Funzioni motorie del midollo  
spinale.

Neurofisiologia del tono muscolare

[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)

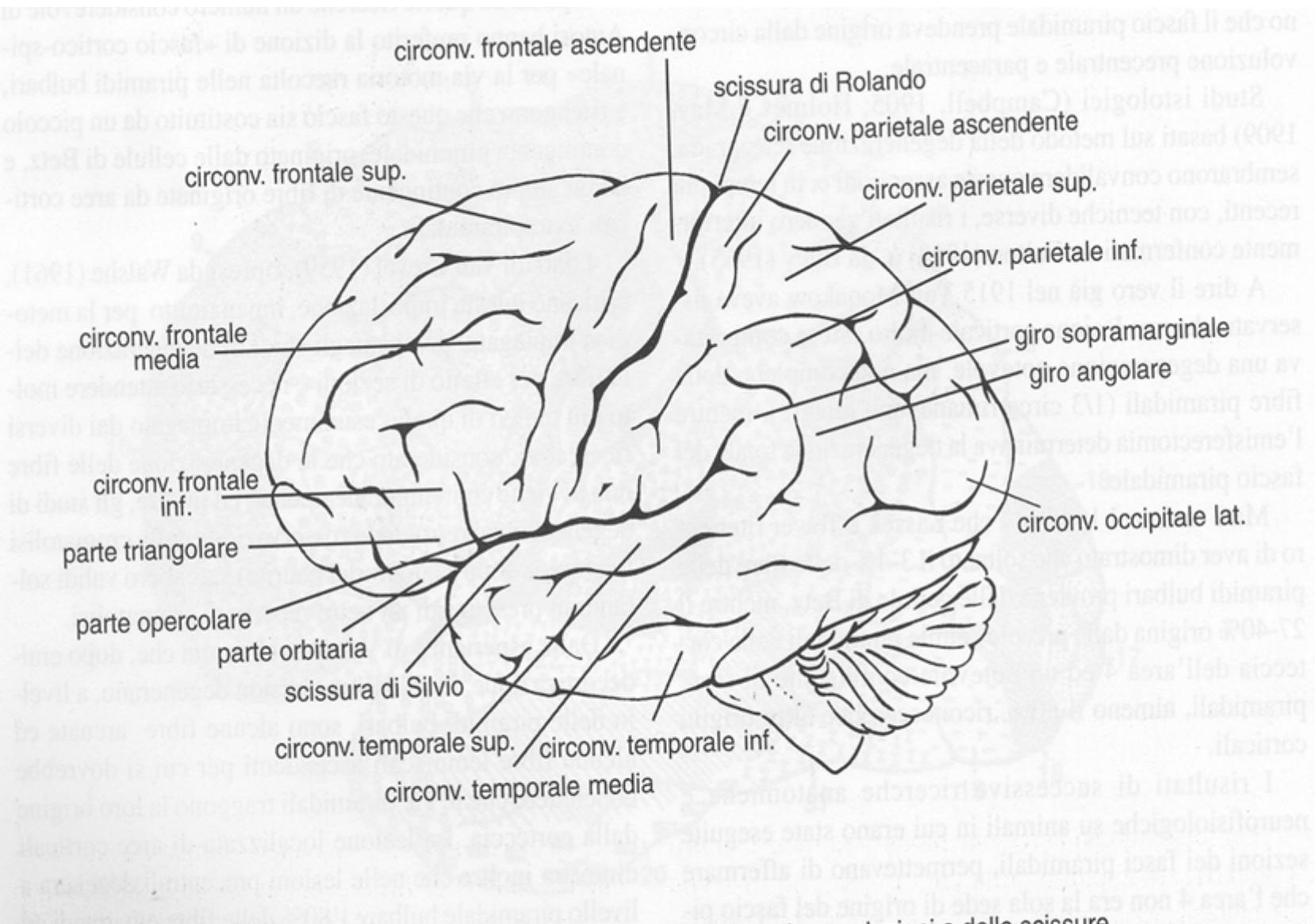


Fig. 2.7 - Faccia laterale dell'emisfero sinistro, con indicazione delle circonvoluzioni e delle scissure.

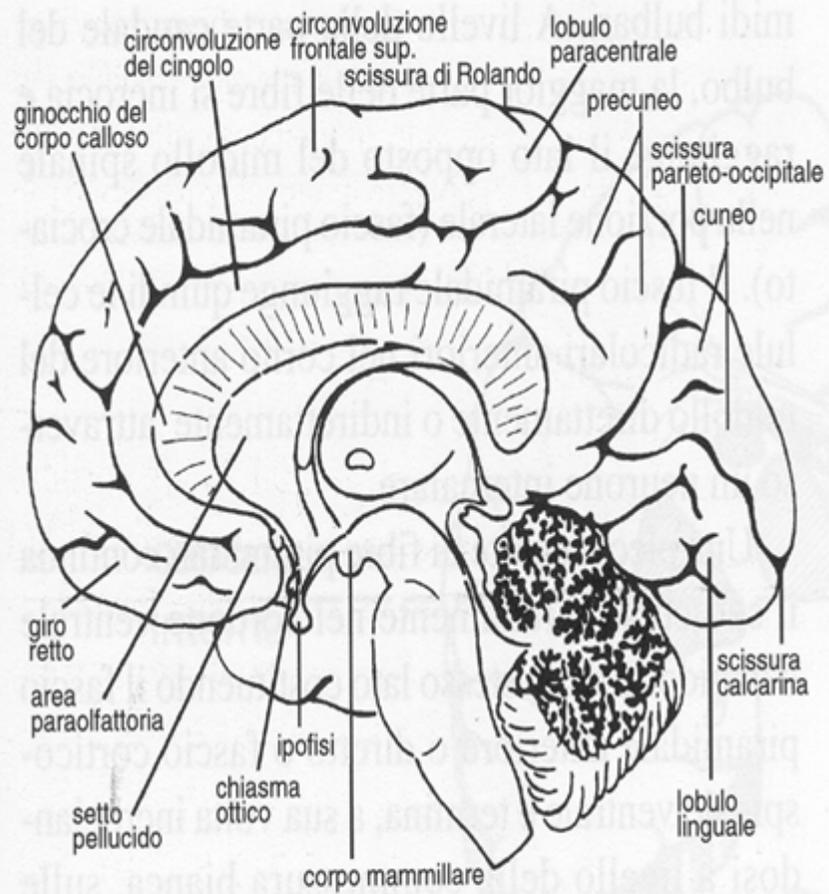


Fig. 2.8 - Faccia mediale dell'emisfero sinistro, con indicazione delle circonvoluzioni e delle scissure.

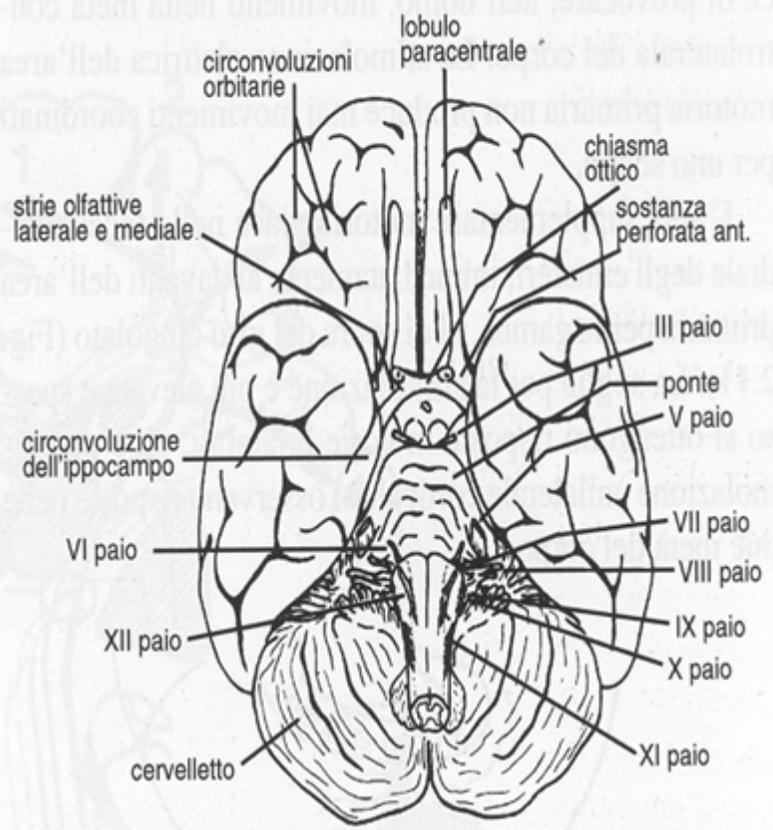


Fig. 2.9 - Faccia inferiore dell'encefalo, con indicazione delle circonvoluzioni, delle scissure e con la rappresentazione dell'origine apparente dei nervi cranici.

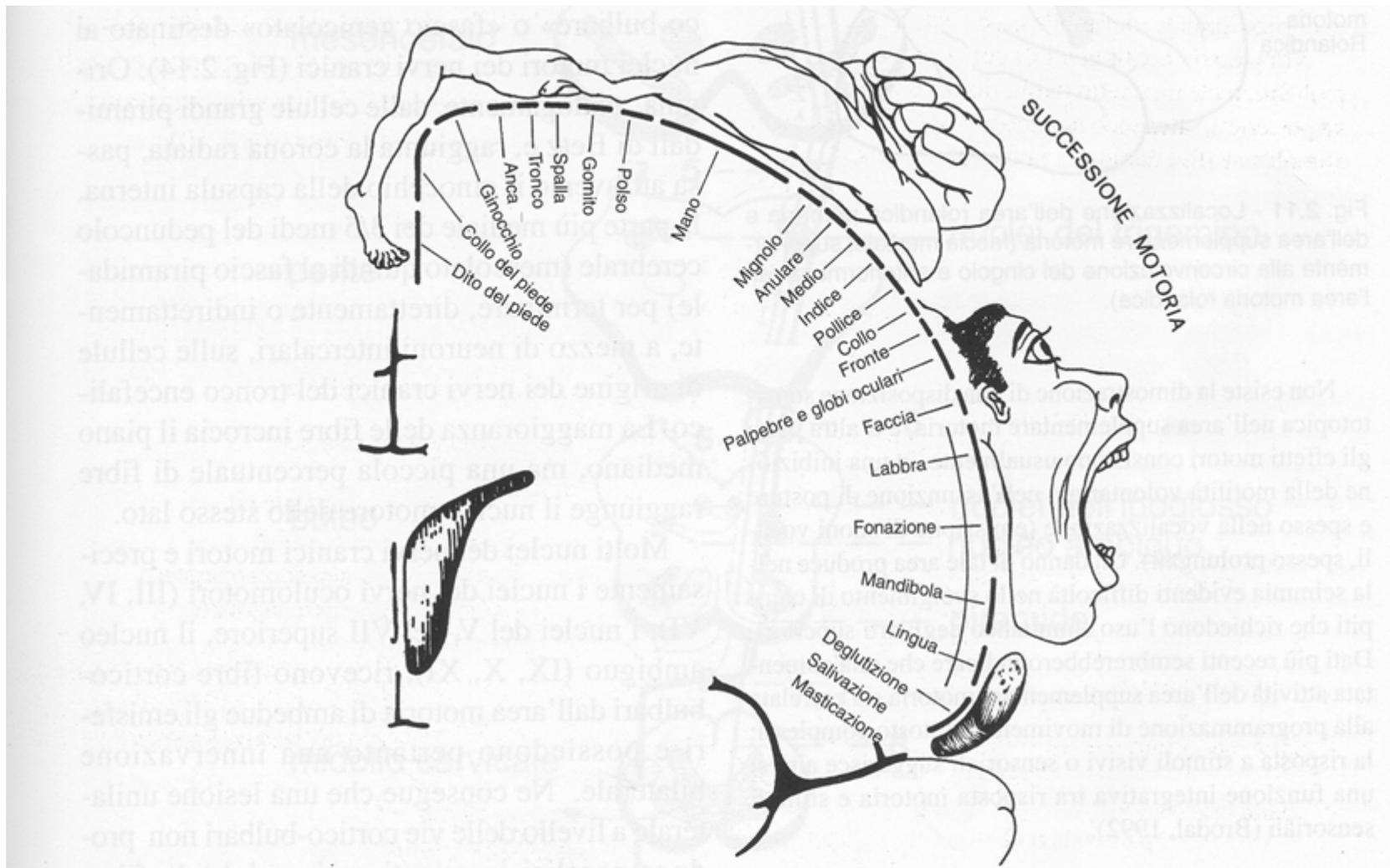


Fig. 2.10 - Rappresentazione somatotopica della corteccia motoria.

Per lungo tempo la regione motoria fu ritenuta unica e localizzata appunto nella circonvoluzione frontale ascendente. Esiste invece, oltre a questa, denominata anche area motoria primaria (M1) o principale, l'area sup-

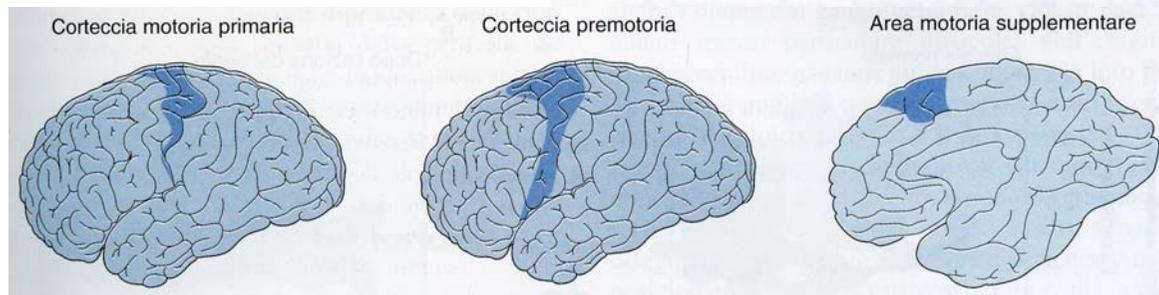
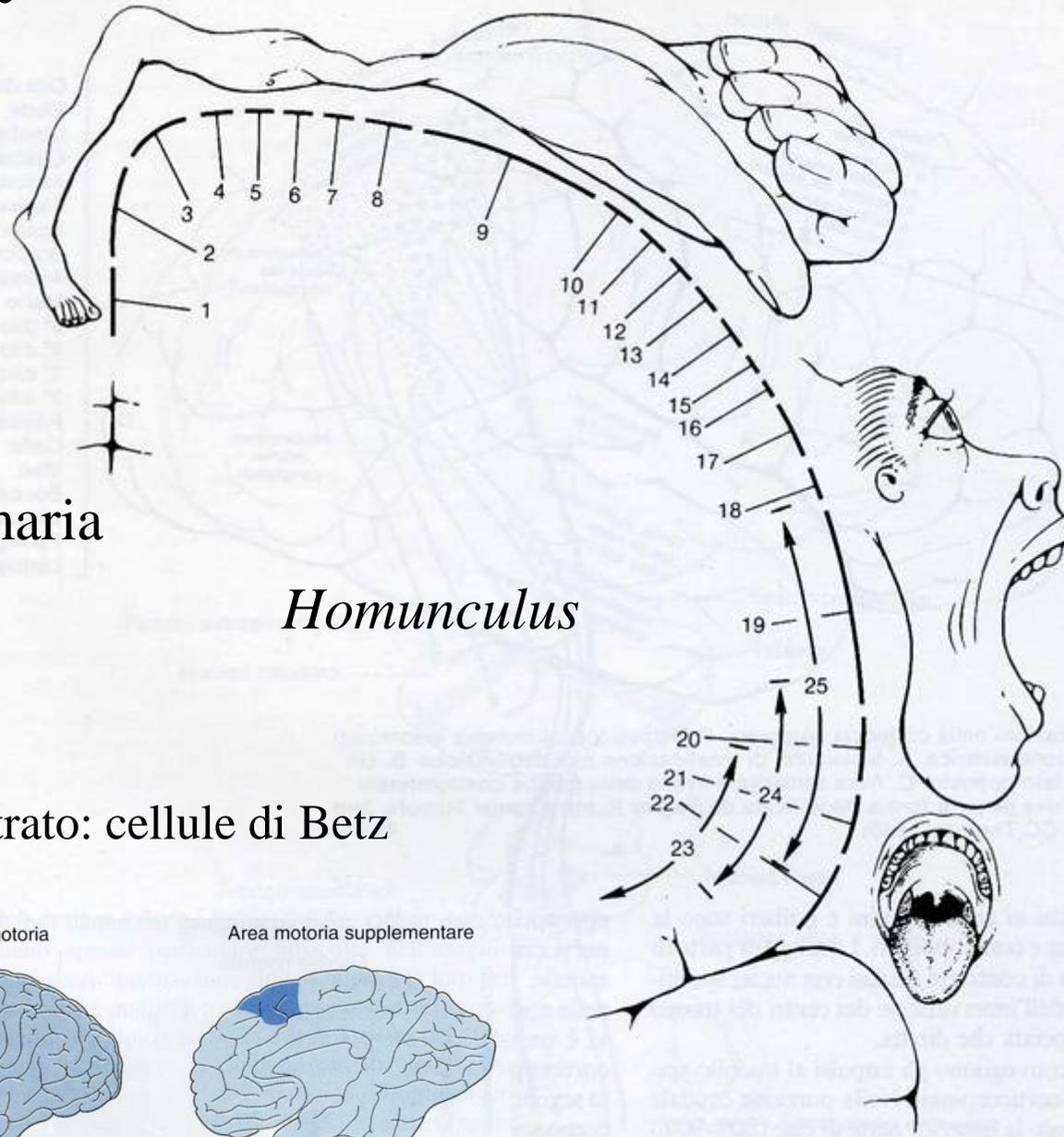
plementare motoria. L'area motoria primaria è rappresentata dall'area 4 di Brodmann, anche se la stimolazione elettrica dell'area vicina alla scissura di Rolando ma giacente nella circonvoluzione parietale ascendente è capa-

# Corteccia motoria

Corteccia frontale  
Anteriormente al solco  
centrale (scissura di  
Rolando)

Corteccia motoria primaria  
Area 4 di Broadmann  
Giro precentrale

Plasticità  
6 strati della corteccia; V strato: cellule di Betz



Corteccia premotoria: area 6 di Broadmann

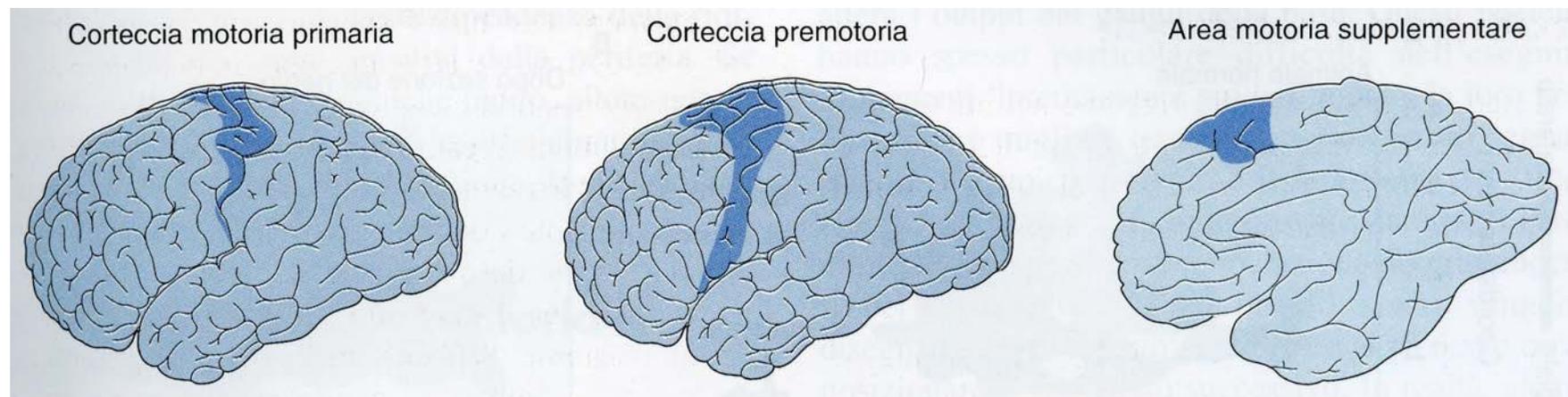
Anteriormente alla corteccia motoria primaria

Area motoria supplementare

Medialmente nei lobi frontali

Area frontale: area 8

Controllo dei movimenti oculari



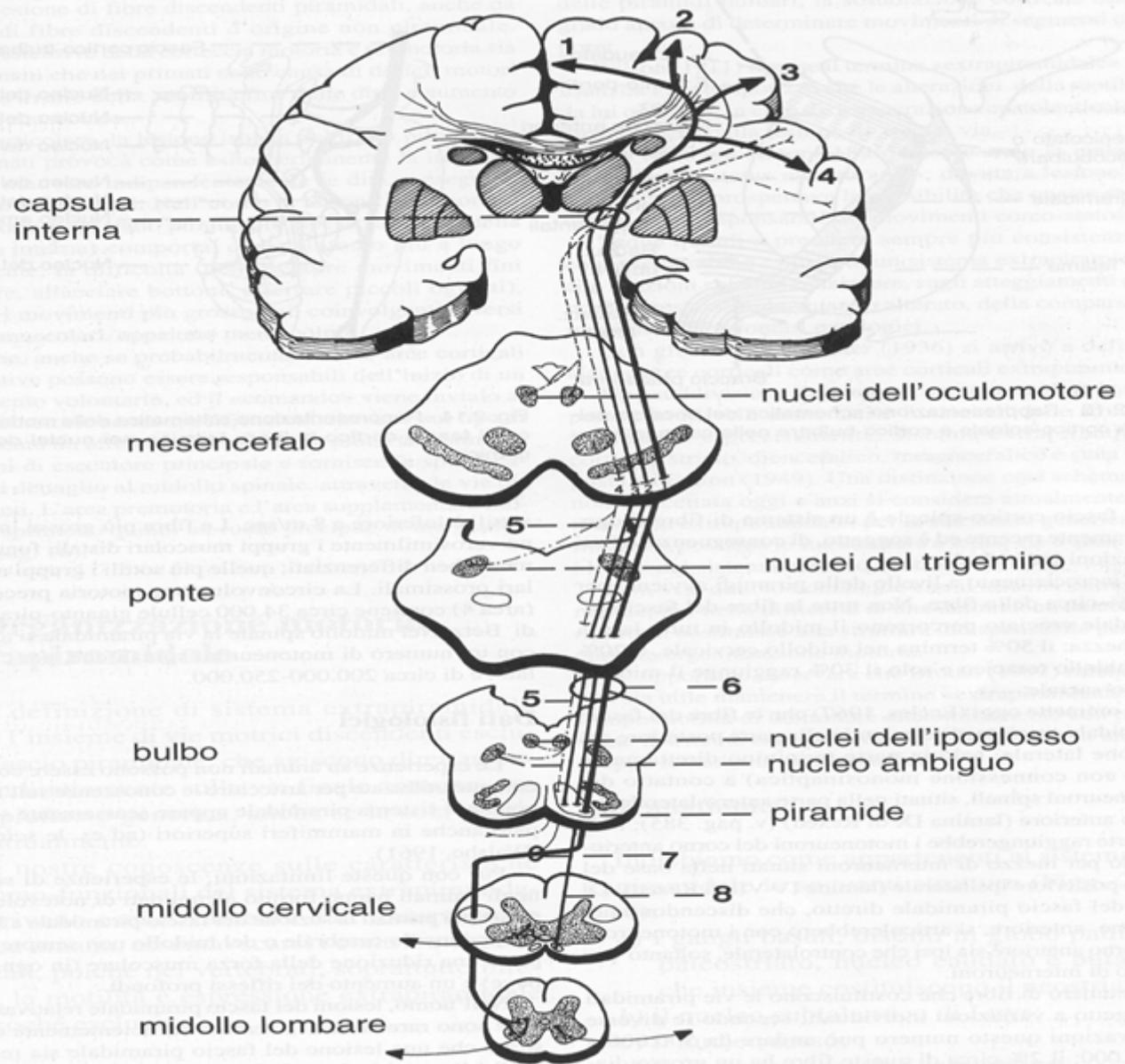
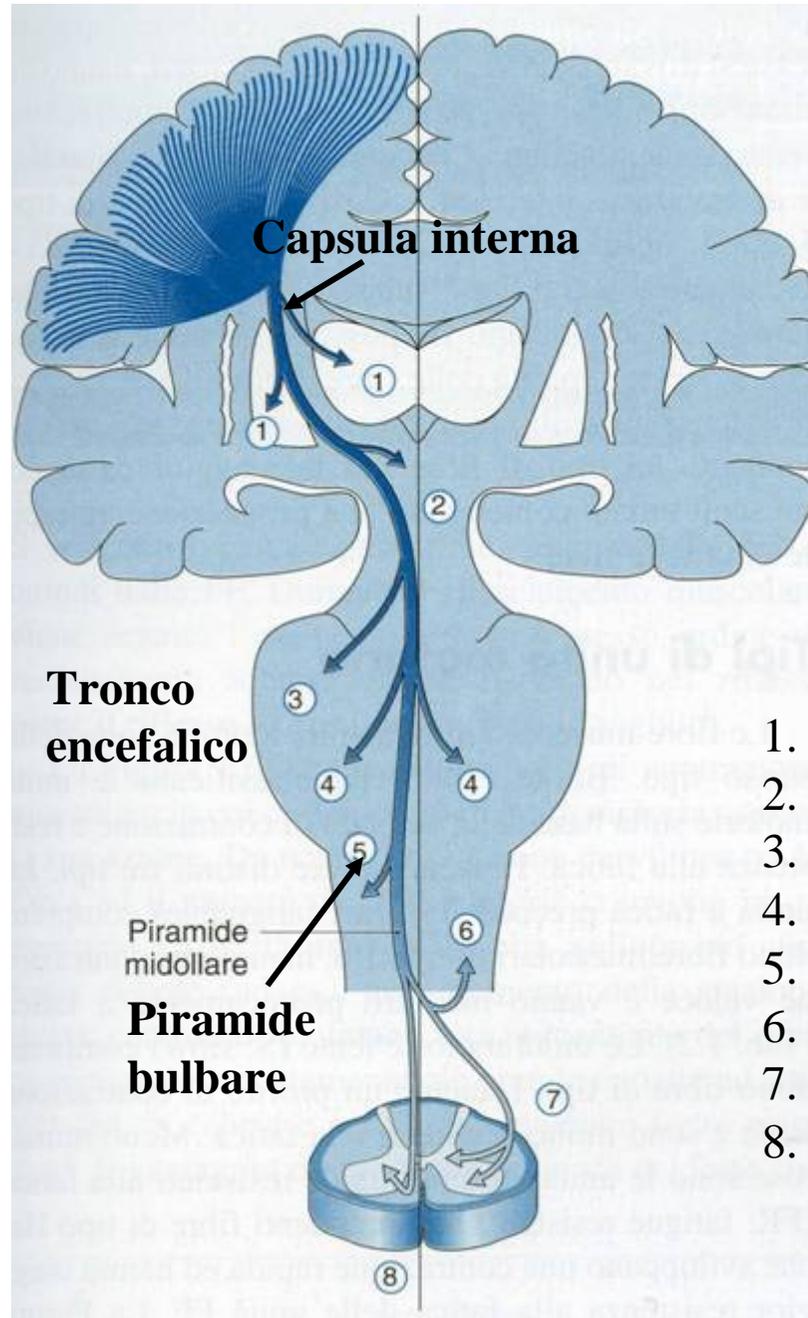


Fig. 2.12 - Rappresentazione schematica del decorso della via motoria cortico-spinale. 1: fibre per l'arto inferiore; 2: fibre per il tronco; 3: fibre per l'arto superiore; 4: fibre per i muscoli della faccia; 5: fibre cortico-bulbari; 6: fascio cortico-spinale; 7: decussazione motoria; 8: fascio cortico-spinale diretto.

## **Tratto cortico-spinale (piramidale)**

Origine nell'area motoria primaria  
3% cellule di Betz del V strato (larghi  
assoni mielinici)



Altri tratti discendenti dalla corteccia

1. Cortico-striatali e -talamiche
2. Cortico-rubro-spinali
3. Cortico-ponto-cerebellari
4. Cortico-rubro-spinali
5. Cortico-olivo-cerebellari
6. Cortico-nucleato e cortico-gracile
7. Cortico-spinale crociato
8. Cortico-spinale diretto

*Segno della pronazione: il malato è posto*



Fig. 2.25 - Esame della forza muscolare agli arti superiori: prova di Mingazzini.



[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)

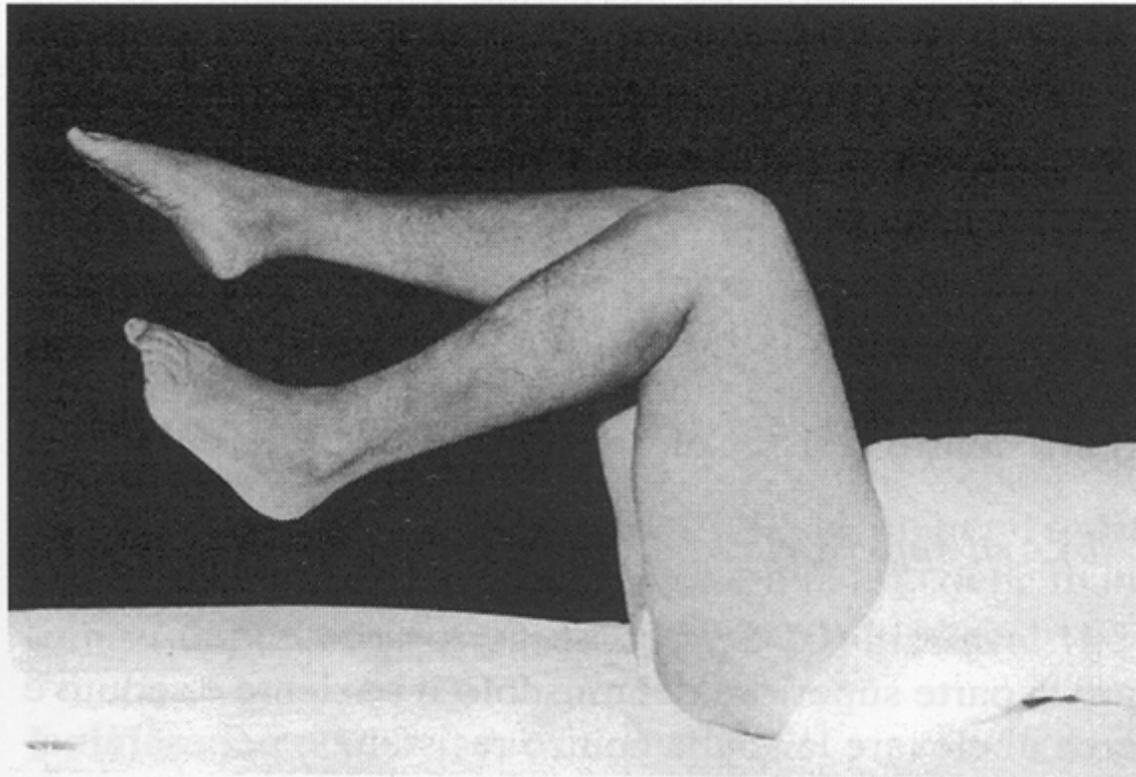


Fig. 2.28 - Prova di Mingazzini agli arti inferiori.

## **Vie motorie discendenti**

### **Tratto piramidale**

Dalla corteccia al midollo spinale

Proiezioni primariamente controlaterali

Sinapsi con interneuroni spinali

### **Tratti reticolospinali**

Dalla formazione reticolare del ponte e del bulbo

Proiezioni bilaterali

Proiezioni ai muscoli assiali e prossimali

Non terminazioni dirette sui motoneuroni spinali

### **Tratti vestibolospinali**

Dai nuclei vestibolari (organi periferici orecchio/equilibrio)

Proiezioni bilaterali

Proiezioni ai muscoli assiali e prossimali

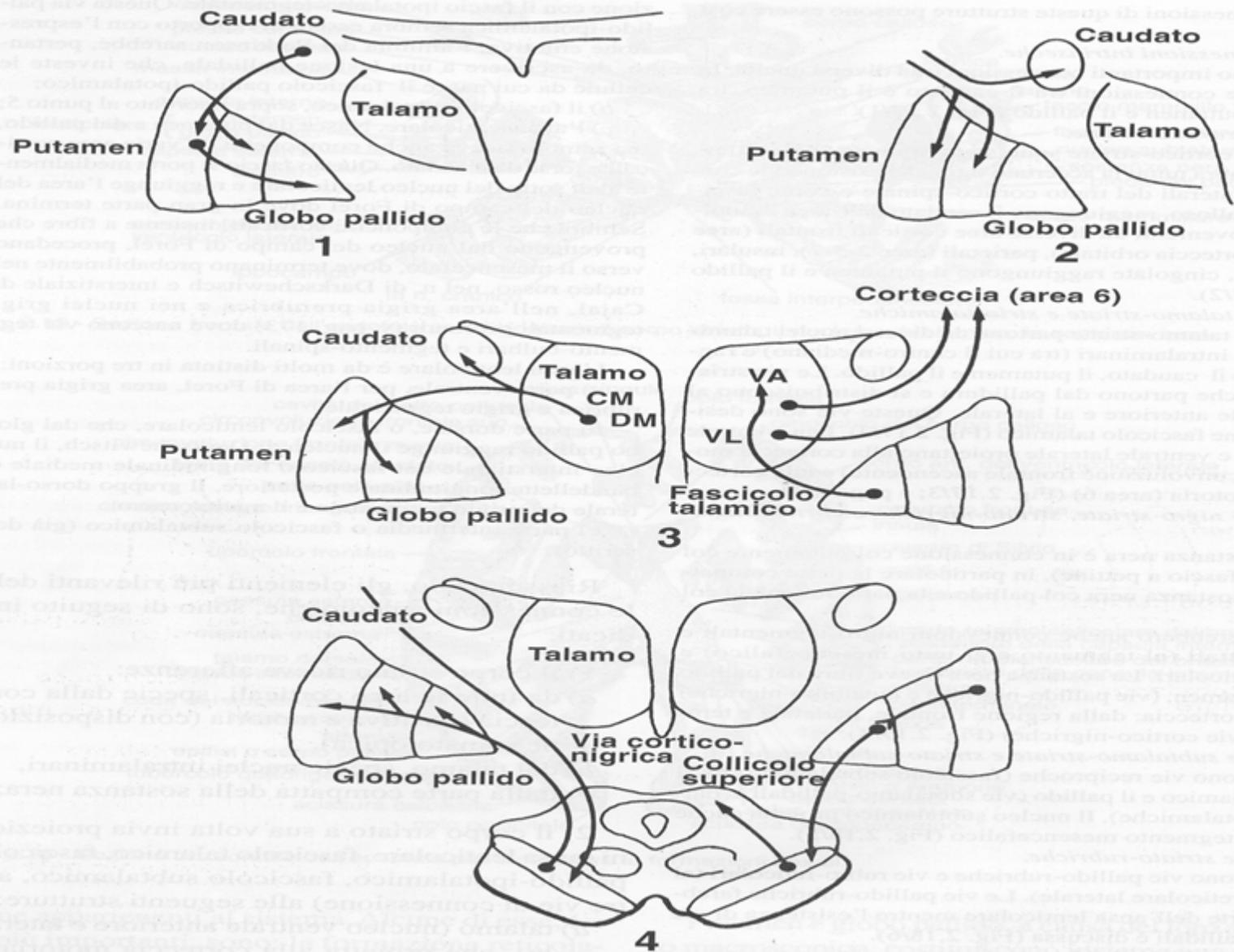


Fig. 2.17 - Schema delle connessioni del sistema extrapiramidale. 1: connessioni intrinseche tra i diversi nuclei del corpo striato. 2: Connessioni cortico-striate. Le fibre provengono dall'area frontale (aree 4-6-8 e corteccia orbitale); parietale (aree 2-5-7); insulare; temporale; cingolata. 3: Connessioni talamo-striate (a sinistra), striato-talamiche (a destra) e talamo-corticali (VA e VL proiettano all'area 4 e 6) (CM = nucleo centro-mediano; DM = nucleo dorso-mediale; VL = nucleo ventrale-laterale; VA = nucleo ventrale anteriore). 4: Connessioni nigro-striate e cortico-nigriche (a sinistra); e connessioni striato-nigriche e nigro-tegmentali (a destra).

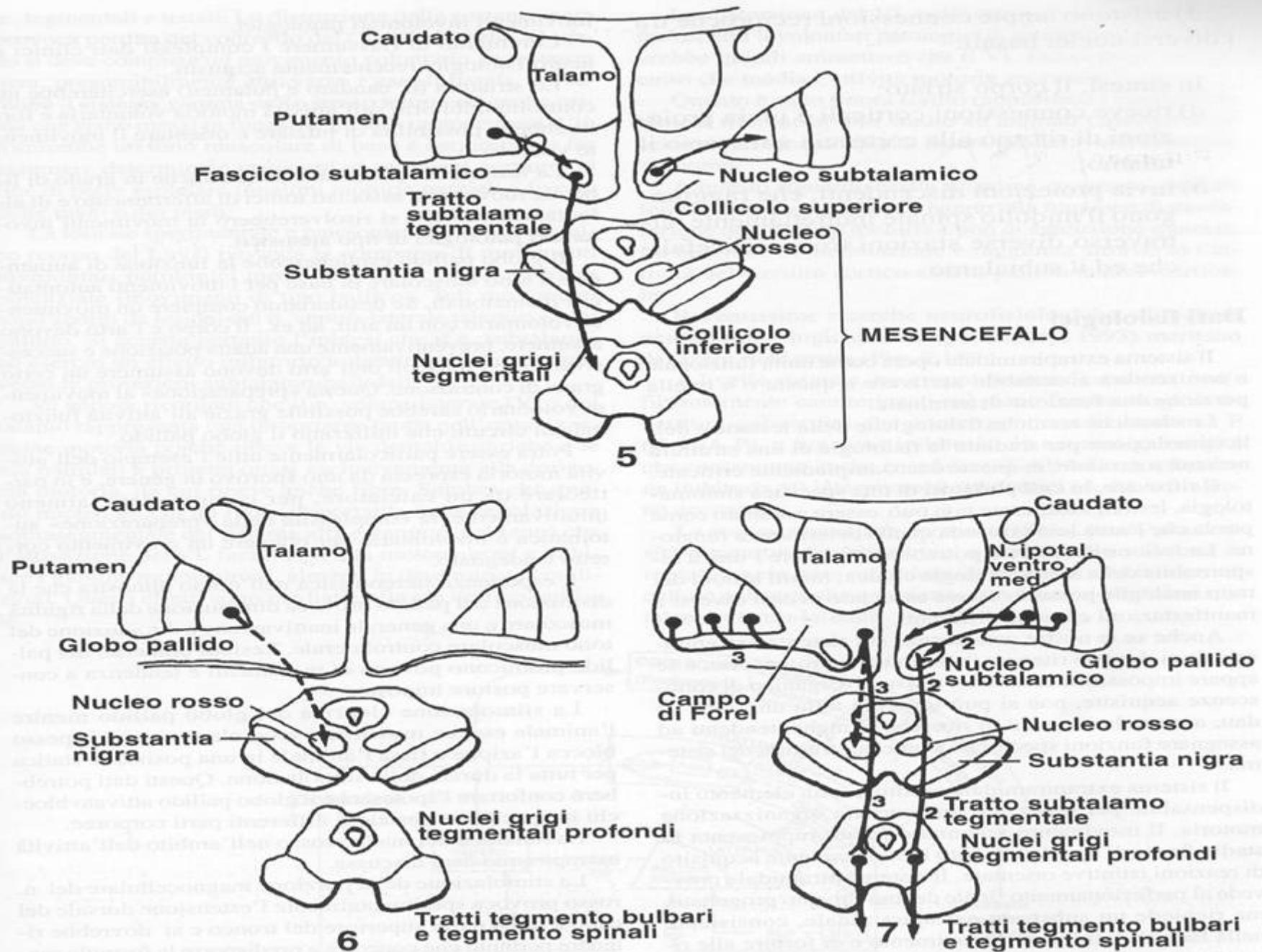
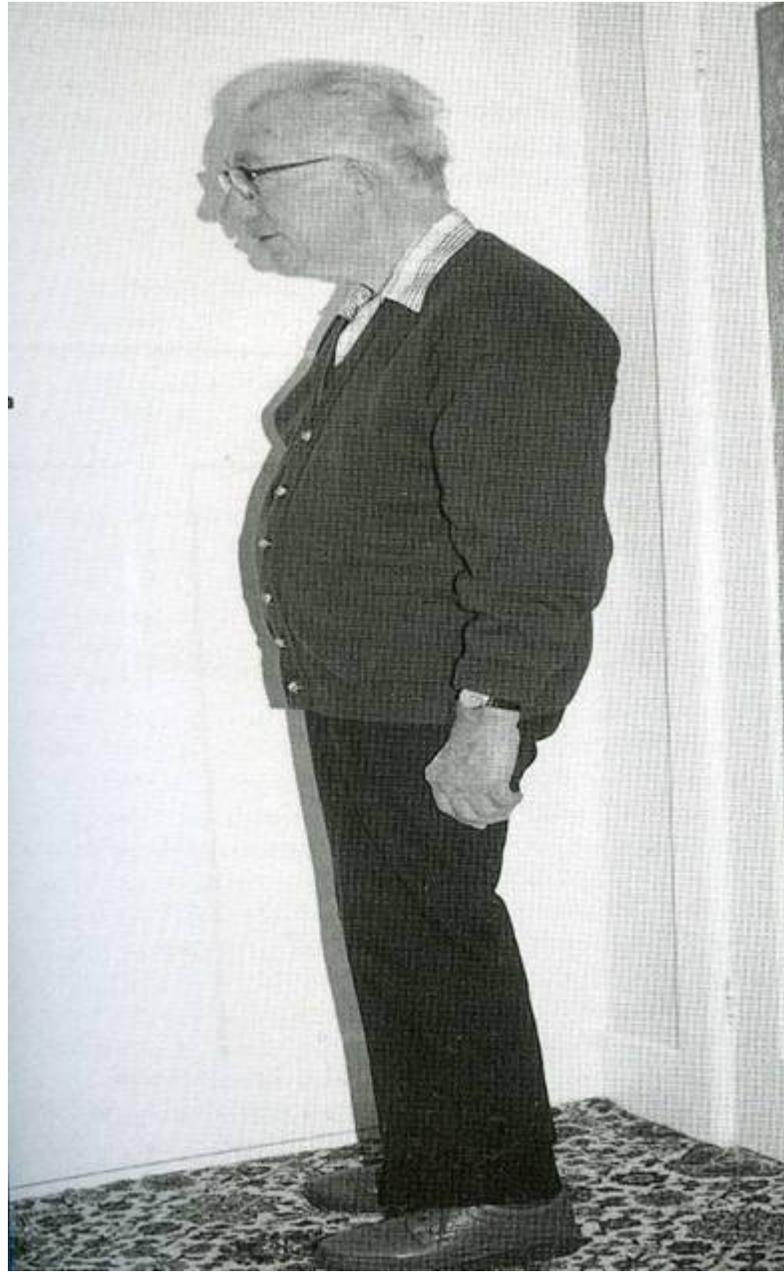


Fig. 2.18 - 5: Connessioni striato-subtalamiche e subtalamo-tegmentali (a sinistra); subtalamo-striate (a destra). 6: Connessioni striato rubriche. 7: Vie efferenti del corpo striato: 1: fascicolo pallido-ipotalamico; 2: fascicolo subtalamico e vie subtalamo-tegmentali; 3: ansa lenticolare.



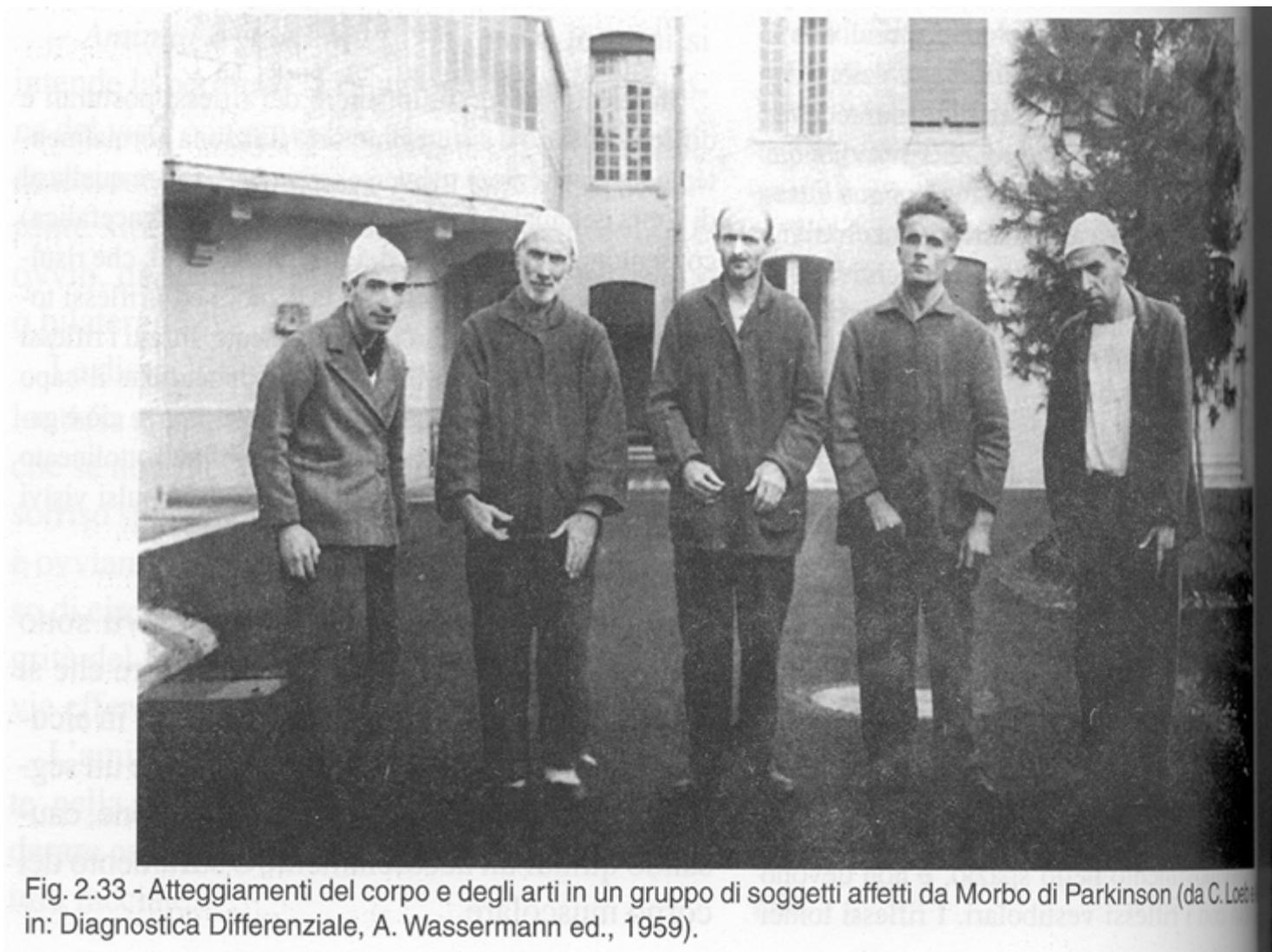
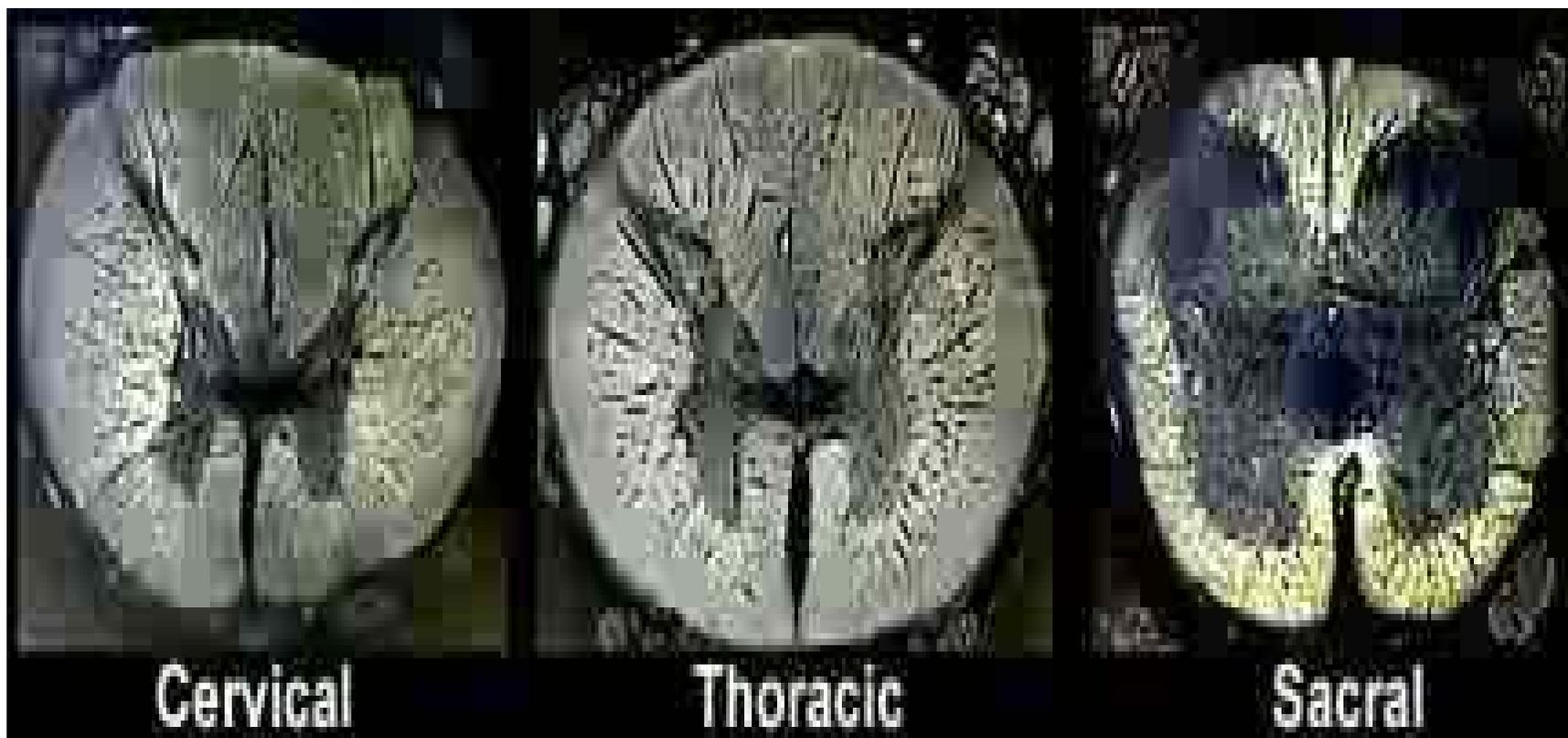
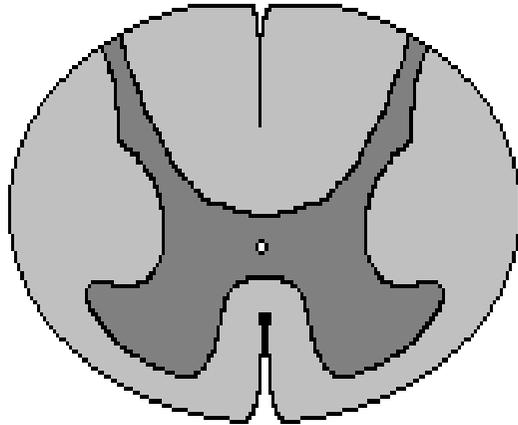


Fig. 2.33 - Atteggiamenti del corpo e degli arti in un gruppo di soggetti affetti da Morbo di Parkinson (da C. Loeb, in: Diagnostica Differenziale, A. Wassermann ed., 1959).

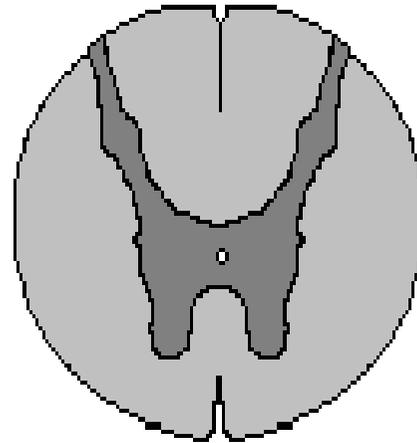


[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)

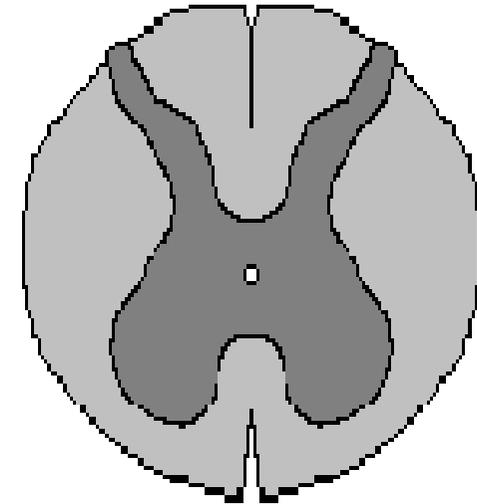
**Cervical 5**



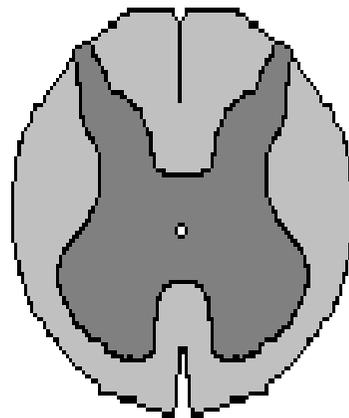
**Thoracic 7**



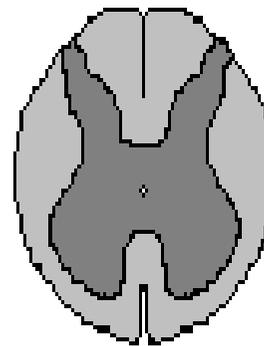
**Lumbar 4**



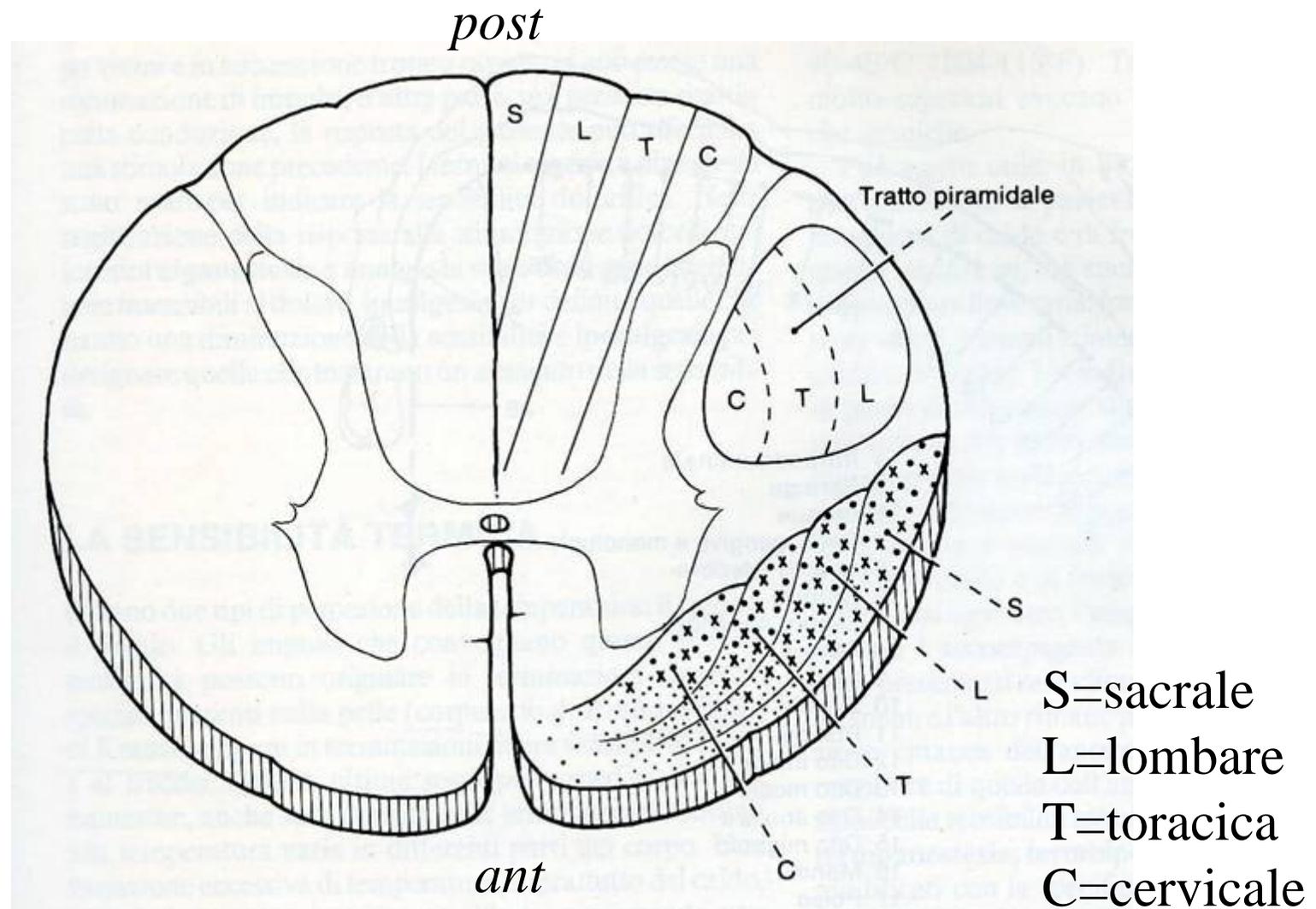
**Sacral 3**

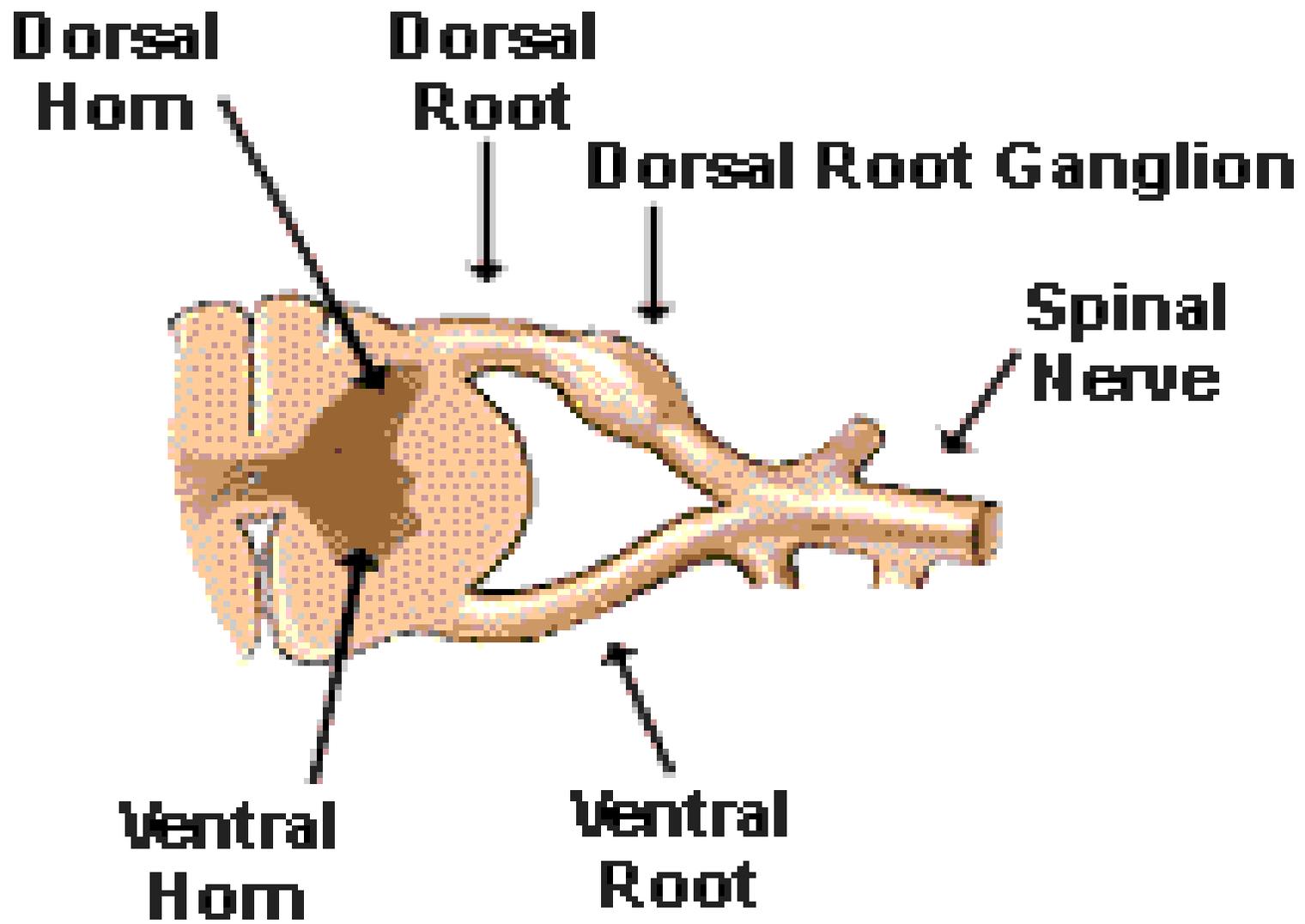


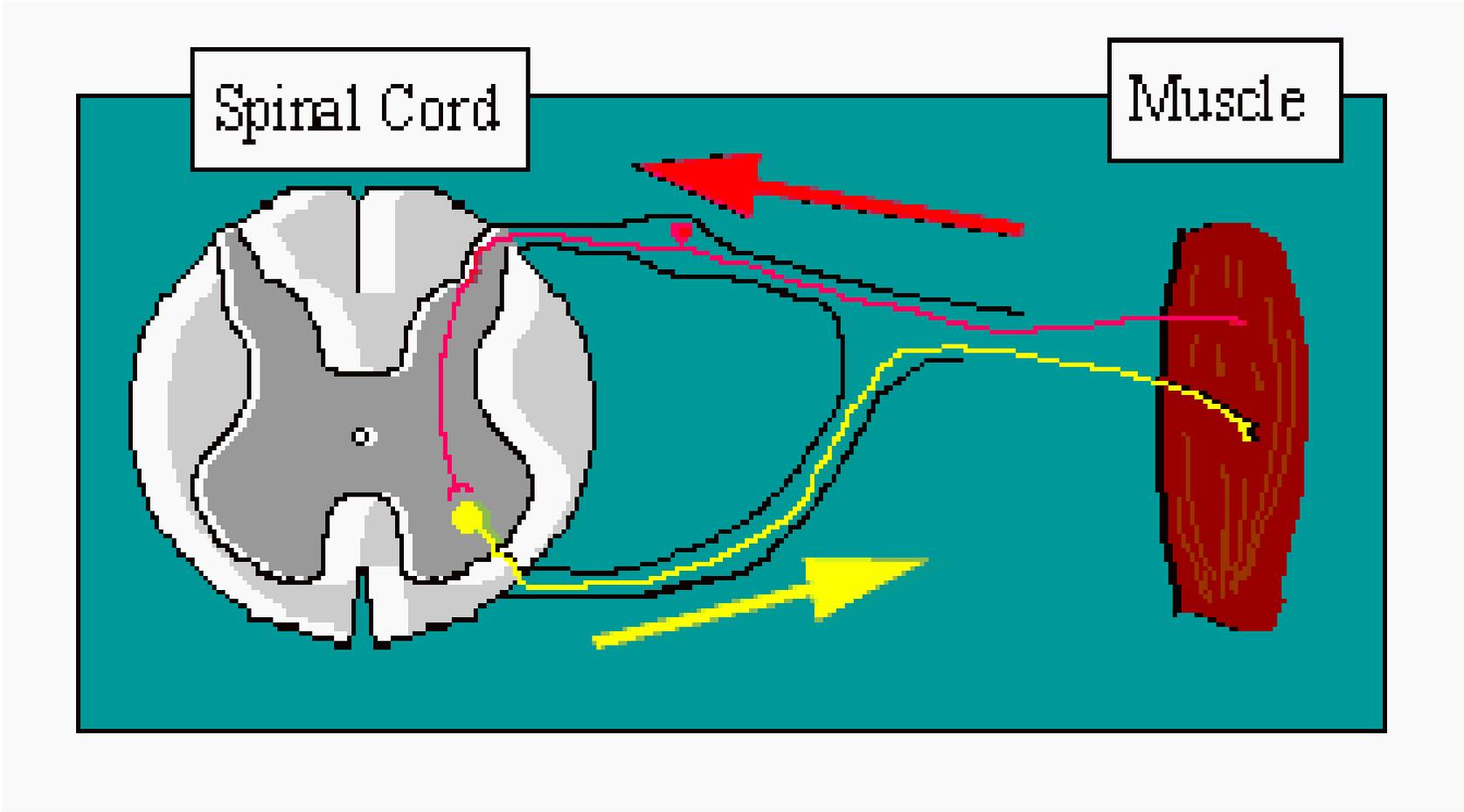
**Coccygeal 1**



## Organizzazione somatotopica del midollo spinale (fasci)







# Unità motoria

L'unità motoria è formata da:

- Un singolo motoneurone
- Assone e collaterali assoniche
- Insieme di fibre muscolari innervate da stesso assone



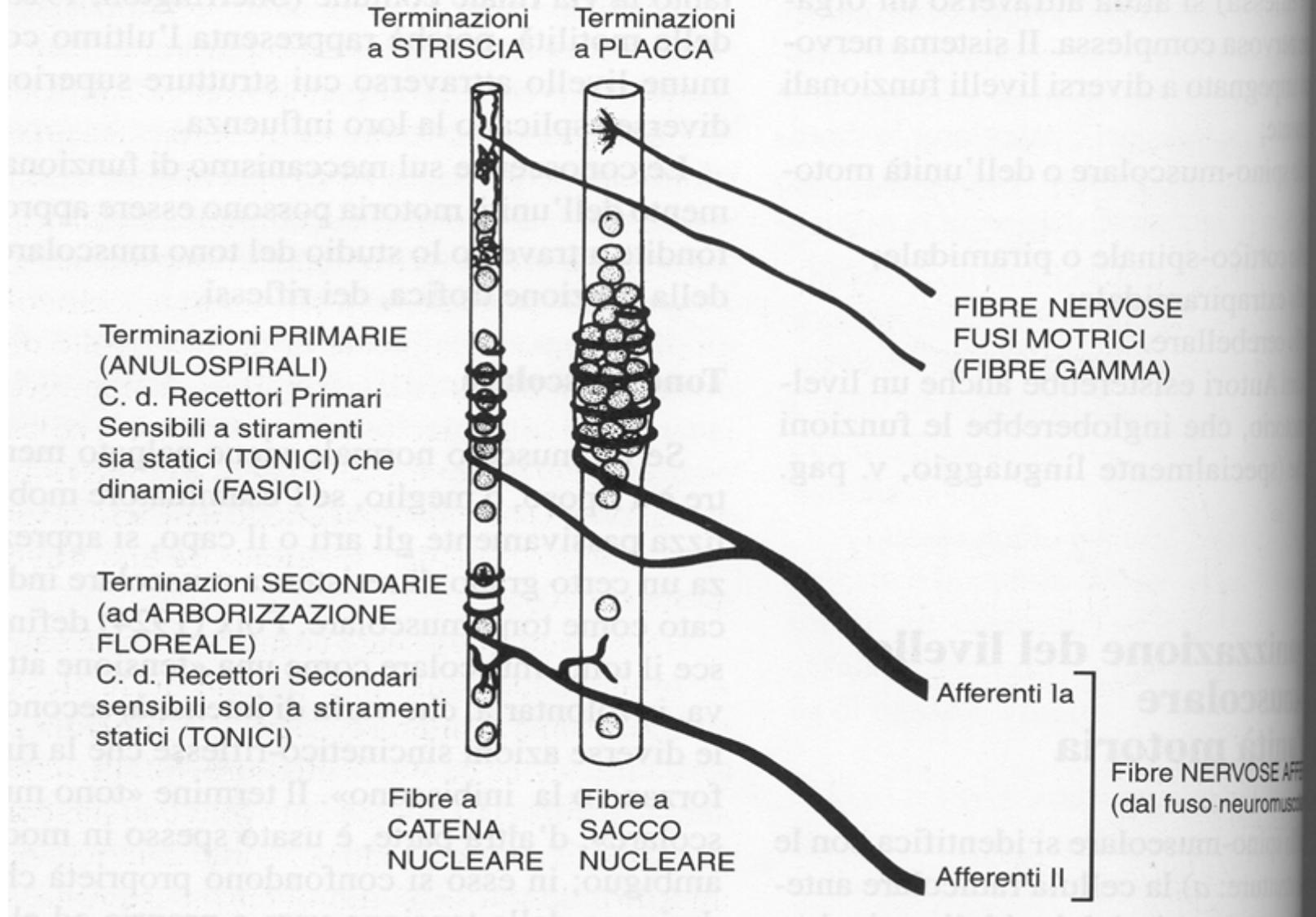
## Tipi di fibre muscolari

**Tab. 1.2. Classificazione delle fibre muscolari scheletriche e delle unità motorie**

Tipo di fibra muscolare	Unità motoria	Motoneurone	Contrazione muscolare		Resistenza alla fatica	Enzimi		mitoc
			Velocità	Forza		Ossidativi	Glicolitici	
Rossa Tipo I o C	S	Piccolo	Lenta	Debole	Alta	Alta	Bassa	↑
Rossa Tipo II o B	FR	Medio	Veloce	Media	Alta	Molto alta	Moderata	
Bianca Tipo IIb o A	FF	Grande	Veloce	Grande	Bassa	Bassa	Alta	↓

S=Lenta      FR= Rapida resistente alla fatica      FF= Fatica precoce

extrafusali.

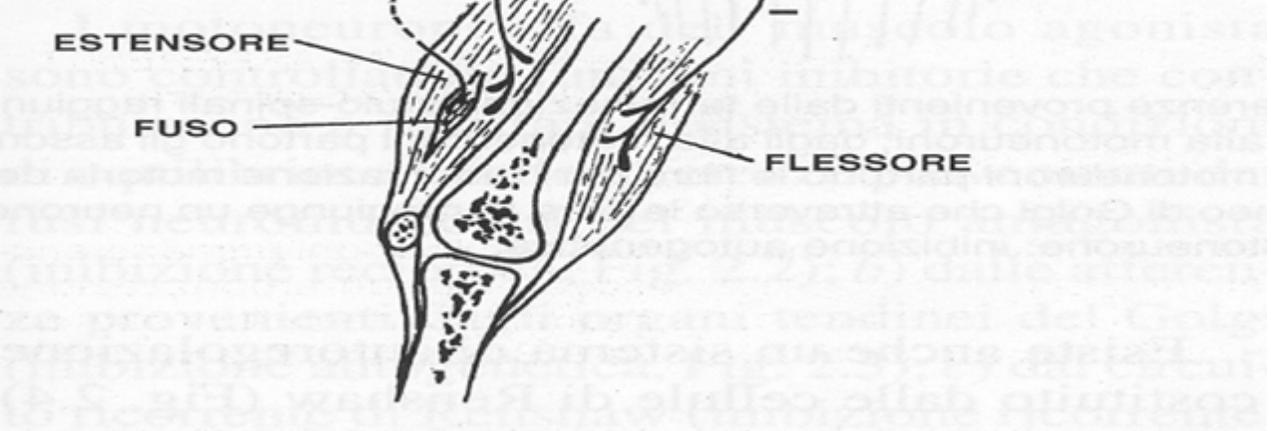


bero sensibili solo a stiramenti tonici.

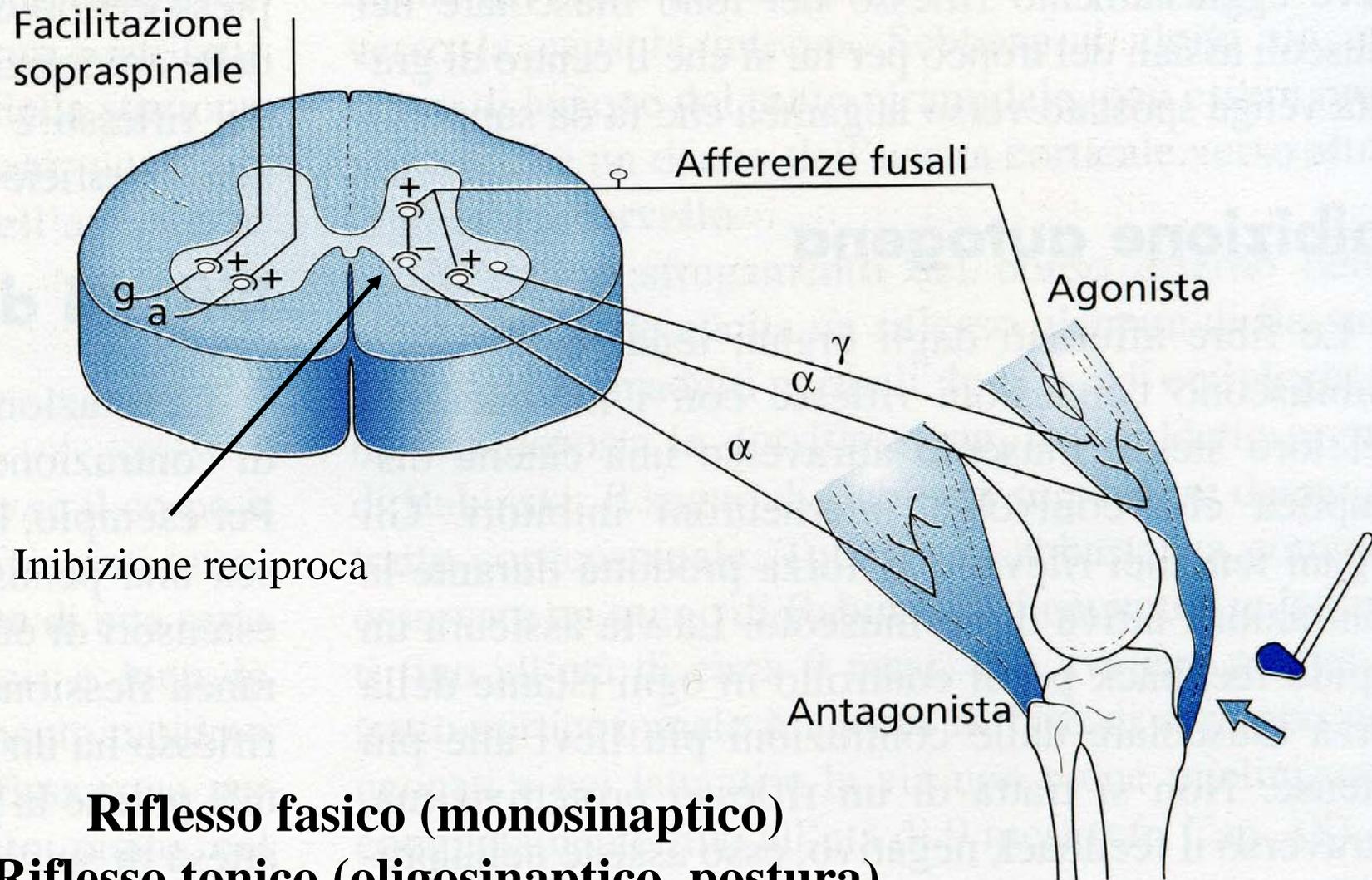
Fig. 2.4 - Rappresentazione del circuito del muscolo flessore. Renshaw (R): l'assone laterale alla cellula motoneurone; l'assone allo stesso livello: inibizione reciproca.

Per concludere: da un motoneurone si innervano i muscoli estensori e flessori. La rilevazione la cui attività è inibita da un motoneurone che innerva un muscolo flessore.

La sequenza motrice è un meccanismo di disinibizione.



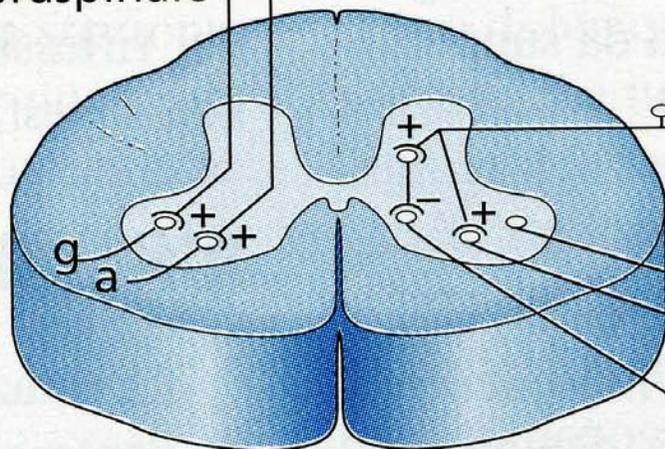
## Riflesso spinale da stiramento



**Riflesso fasico (monosinaptico)**  
**Riflesso tonico (oligosinaptico, postura)**

# Riflesso spinale da stiramento

Facilitazione  
sopraspinale



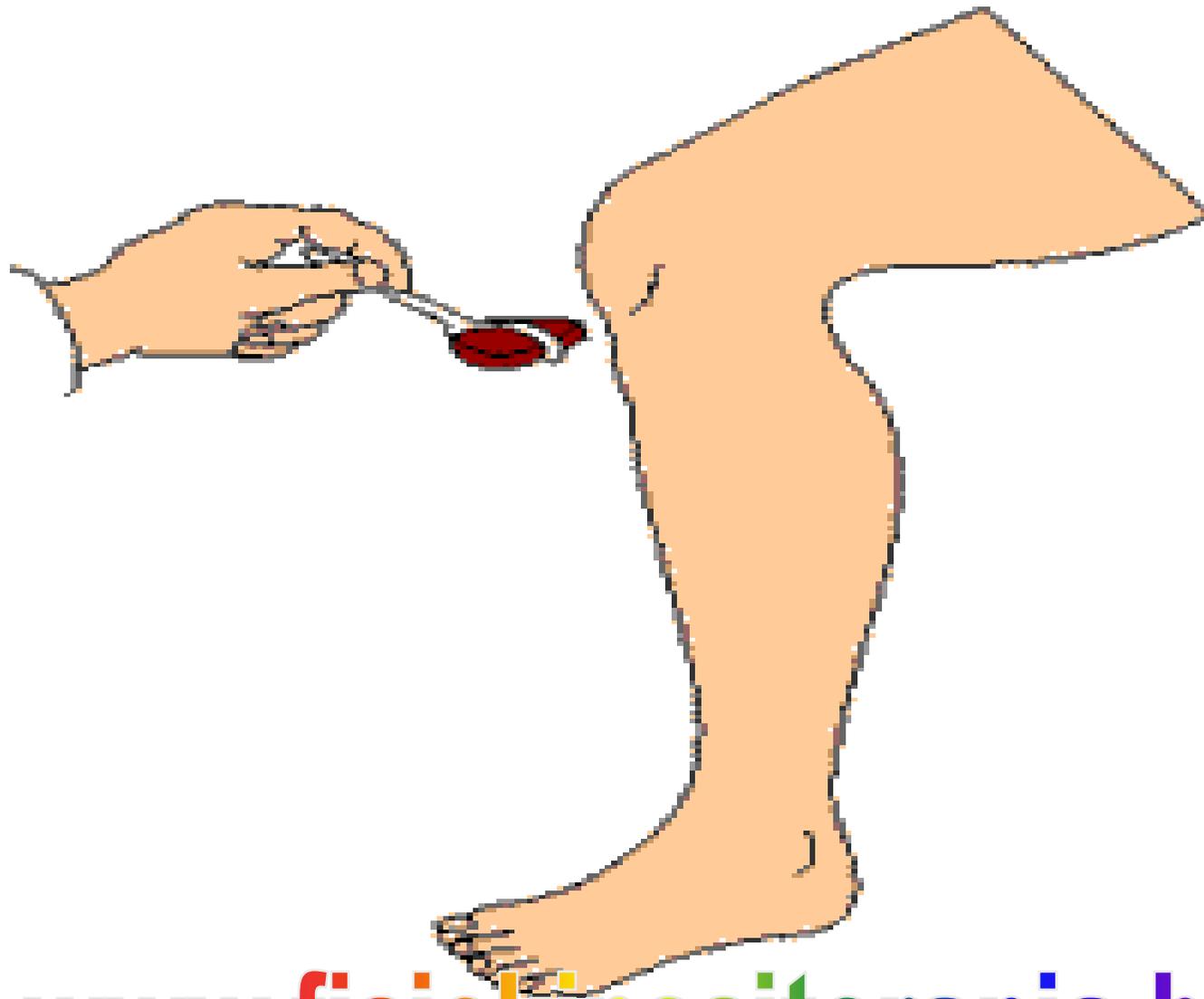
Afferenze fusali

Agonista

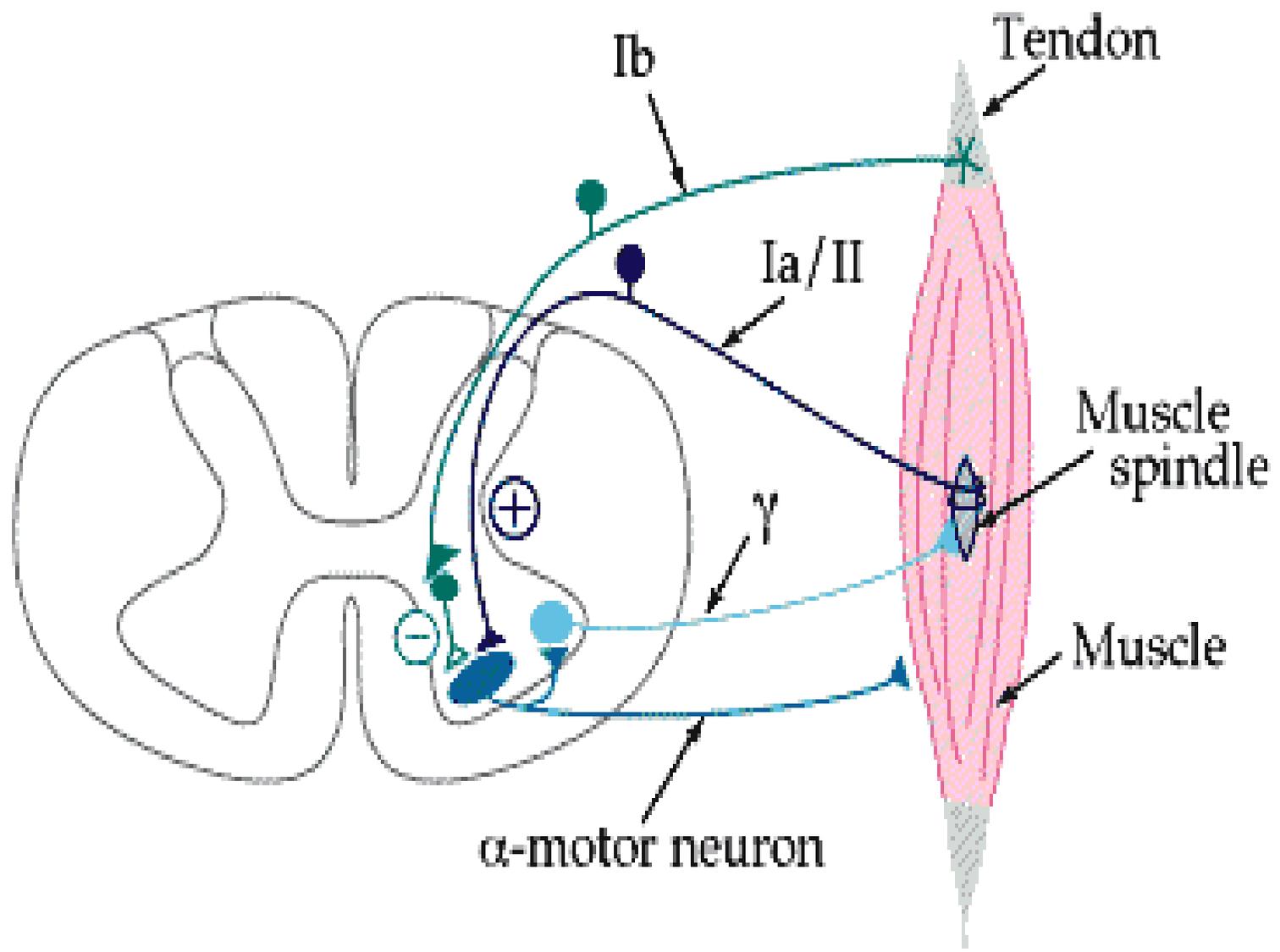
Antagonista

$\gamma$   
 $\alpha$

$\alpha$



[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)



# Anomalie del tono muscolare e del movimento

Definizione clinica: resistenza incontrata alla mobilizzazione passiva di un arto rilasciato

Proprietà visco-elastiche: varia con età e parametri fisiologici;

Contrazione riflessa attiva: varia con età, stato emotivo, sede;

Valutazione del tono: esperienza

Ipertonia spastica; plastica/rigidità;

Ipotonia

# SPASTICITA'

Aumento velocità-dipendente della resistenza allo stiramento passivo di un muscolo; si accompagna ad un aumento della vivacità dei riflessi tendinei

Caratteristico pattern di coinvolgimento di certi gruppi muscolari (antigravitari)

Aumentata risposta del muscolo allo stiramento (aumento del guadagno del riflesso da stiramento, riduzione della sua soglia)

Marcato aumento dei riflessi tendinei (vivaci, tendenza all'irradiazione)

Clono: contrazioni ritmiche prolungate (5-7 Hz)

## Meccanismi fisiopatologici - 1

Sindrome del primo motoneurone (malattie cerebrovascolari, danno cerebrale, compressioni spinali, lesioni infiammatorie del midollo spinale)

Anomalo aumento del riflesso da stiramento per:

Aumentata sensibilità dei fusi neuromuscolari (aumento scarica dei gamma-motoneuroni)

Aumentata eccitabilità delle sinapsi centrali dell'arco riflesso (meccanismo principale di facilitazione)

A. meccanismo a breve termine per alterazione di input motori discendenti

B. meccanismo a lungo termine per sprouting di sinapsi intraspinali

## Meccanismi fisiopatologici - 2

Vie reticolo-spinali pontine, bulbari laterali e vie vestibolo-spinali (facilitano tono muscolare)

Vie reticolo-spinali della formazione reticolare bulbare ventromediale (inibiscono tono muscolare)

Tono muscolare dipende da equilibrio di questi sistemi

Spasticità se sono interrotte le vie inibitorie o aumenta l'attività delle vie eccitatorie

Fattori meccanici passivi: ipostenia e disuso → riduzione numero dei sarcomeri → aumento collagene ("circolo vizioso")

Trattamento: esercizi di stretching muscolare, uso adeguato di miorilassanti

## Trattamento farmacologico

Baclofen: agisce sui recettori GABA-B del midollo spinale e riduce il guadagno dell'arco riflesso  
Può esacerbare un'ipostenia muscolare (debolezza)

Benzodiazepine: azione sui recettori GABA-A del midollo spinale

Dantrolene: azione a livello muscolare; interferisce con accoppiamento eccitazione-contrazione

Tossina botulinica: ipostenia muscolare selettiva

Fenolo intratecale: per spasticità severa, controlla il dolore

## RIGIDITA'

### POSTURA

Rigidità (postura) decerebrata: lesioni acute e subacute del tronco dell'encefalo, opistotono, contrazione della mandibola, estensione forzata delle braccia.

Rigidità (postura) decorticata: lesioni del tronco dell'encefalo alto, flessione degli arti superiori, estensione degli arti inferiori.

### IPERTONIA PLASTICA

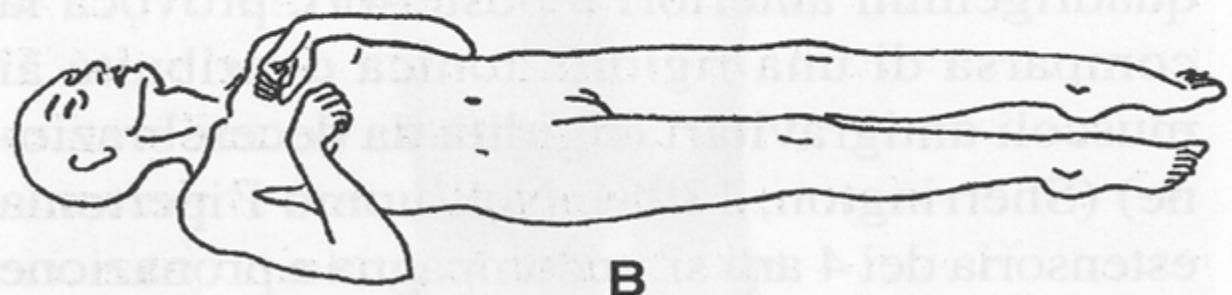
Aumentata resistenza a movimenti passivi relativamente lenti

“A tubo di piombo”

Sindrome extrapiramidale (M. Parkinson)



**A**



**B**

Fig. 2.21 - (A) Atteggiamento in rigidità decerebrata. (B) Atteggiamento in rigidità decorticata.

## Confronto tra spasticità e rigidità

	<b>SPASTICITA'</b>	<b>RIGIDITA'</b>
<b>Tipo di coinvolgimento muscolare</b>	Flessori degli arti superiori; estensori degli arti inferiori	Flessori ed estensori in egual misura
<b>Natura del tono</b>	Aumento velocità-dip. del tono; "coltello a serramanico"	Costante per tutto il movimento; "a tubo di piombo"
<b>Riflessi tendinei</b>	Aumentati	Normali
<b>Fisiopatologia</b>	Aumentato guadagno del riflesso da stiramento	Aumentata componente a lunga latenza del riflesso da stiramento
<b>Significato clinico</b>	Segni di primo motoneurone (piramidali)	Segni extrapiramidali

## Meccanismi fisiopatologici della rigidità o ipertonìa plastica

Aumento della componente a lunga latenza del riflesso da stiramento

Riflesso a lunga latenza contribuisce all'attività posturale

Afferenze fusali al cervello e indietro a motoneuroni spinali

Innesco o inibizione anche su base volontaria

## Trattamento farmacologico

Trattamento della sindrome extrapiramidale

Levodopa, dopamino-agonisti, anticolinergici, selegilina

# RIFLESSI PRIMITIVI

Normalmente presenti nel neonato o nella primissima infanzia, si presentano nell'adulto in caso di patologia cerebrale

Riflesso del muso	Protrusione delle labbra in seguito a percussione (m. orbicolare della bocca)
Riflesso glabellare	Contrazione bilat. M. orbicolare delle palpebre per percussione su glabella; valore patologico quando è inestinguibile
Riflesso di suzione	Risposta di succhiamento a stimoli tattili sulle labbra
Riflesso di prensione forzata	Chiusura della mano a stimoli tattili sul palmo della mano con le dita (o con oggetti)
Riflesso palmo-mentoniero	Contrazioni dei mm mentonieri ipsilaterali per stimolazione eminenza tenar di una mano
Riflesso di inseguimento	Il paziente segue con le mani o con il capo gli oggetti che gli vengono avvicinati

# IPOTONIA

Riduzione del tono muscolare

Lesione dell'arco riflesso elementare

Lesioni dei nervi periferici

Lesioni midollari (motoneurone e/o cordoni posteriori) (in acuto)

Lesioni cerebellari

Lesioni cerebrali (in acuto)

Malattie muscolari

## PARESI CENTRALE

Deficit forza

Spasticità

Aumento dei riflessi tendinei

## PARESI PERIFERICA

Deficit forza

Flaccidità

Riduzione/Abolizione dei riflessi tendinei

Ipotrofia muscolare

Fascicolazioni