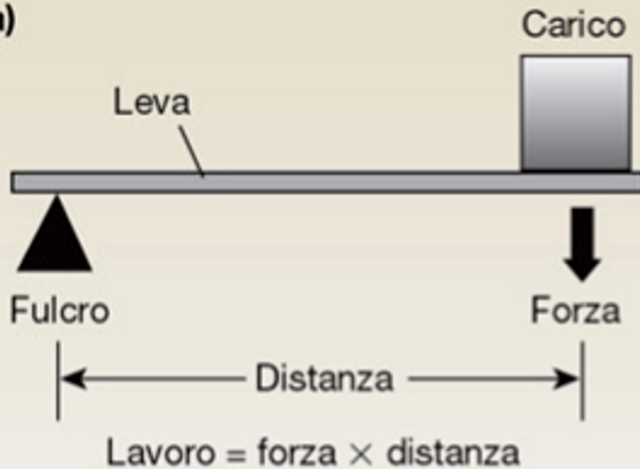
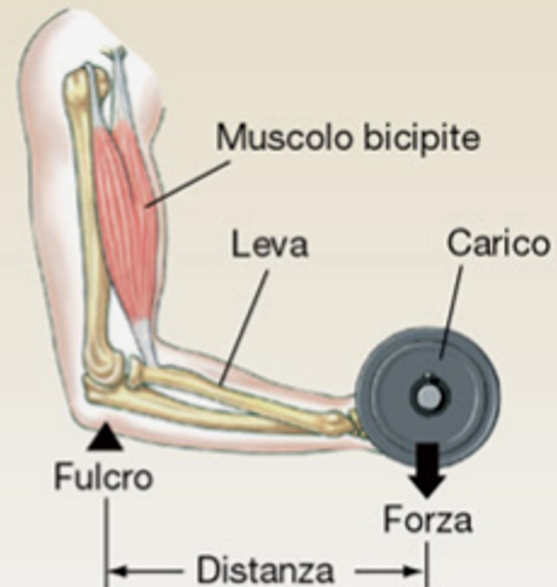


Le ossa e le articolazioni: un sistema di leve e fulcri

(a)



Il lavoro necessario per muovere un carico sulla leva è pari alla forza generata dal carico (F) moltiplicata per la distanza del carico dal fulcro (D).



L'avambraccio umano agisce come una leva. Il fulcro è prossimo al gomito.

$$\text{Lavoro} = \text{forza} \times \text{distanza}$$

Contrazione isometrica

(b)

L'inserzione del bicipite sulla leva è posta a 5 cm dal fulcro. Il lavoro compiuto dal bicipite dipende dalla forza generata dalla contrazione muscolare:

$$\text{Lavoro}_{\text{su}} = \text{forza del bicipite} \times 5 \text{ cm}$$



Il peso dell'avambraccio esercita una forza verso il basso di 2 kg in corrispondenza del suo centro di gravità, che è posto a 15 cm dal fulcro.

$$\text{Lavoro}_{\text{giù}} = 2 \text{ Kg} \times 15 \text{ cm}$$

Per mantenere l'avambraccio fisso a 90° il lavoro generato dal bicipite (che esercita una forza verso l'alto) deve essere pari al lavoro generato dal peso dell'avambraccio (una forza verso il basso).

$$\text{Lavoro}_{\text{su}} = \text{Lavoro}_{\text{giù}}$$

$$\text{Forza del bicipite} \times 5 \text{ cm} = 2 \text{ kg} \times 15 \text{ cm}$$

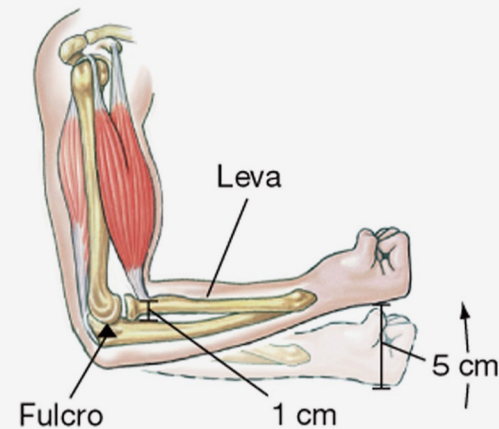
$$\text{Forza del bicipite} = \frac{30 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{5 \text{ cm}}$$

$$\text{Forza del bicipite} = 6 \text{ kg}$$

Per sollevare il carico il bicipite deve esercitare una forza che supera la forza generata dal carico



Poiché l'inserzione del bicipite è prossima al fulcro, un piccolo movimento del bicipite determina un movimento maggiore della mano.



Quando il bicipite si contrae e si accorcia di 1 cm, la mano si muove verso l'alto di 5 cm.

FORZA NECESSARIA PER SOSTENERE IL PESO A 90°

Forza del bicipite $\times 5 \text{ cm} = 7 \text{ Kg} \times 25 \text{ cm}$

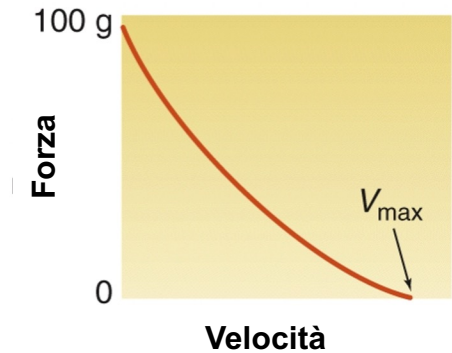
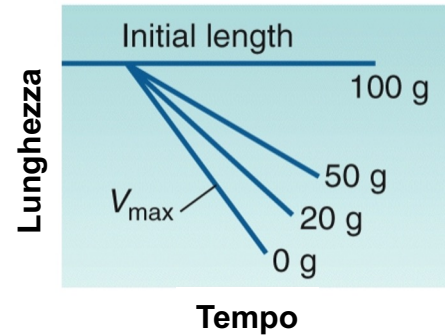
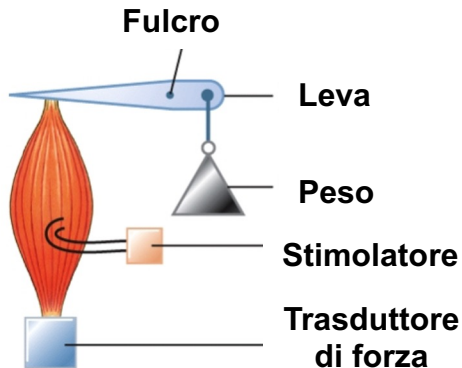
Forza del bicipite $= 7 \text{ Kg} \times 25 \text{ cm} / 5 \text{ cm}$

Forza del bicipite $= 35 \text{ Kg}$

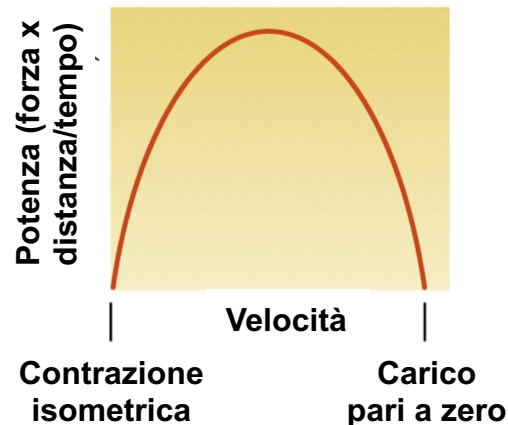
✓ I due movimenti (quello dell'osso nel punto d'inserzione del muscolo e quello della mano) sono contemporanei: velocità di contrazione è amplificata

✓ Richiesta più forza

La forza con la quale un muscolo lavora e la velocità alla quale si accorcia sono reciprocamente correlate (curva forza-velocità)

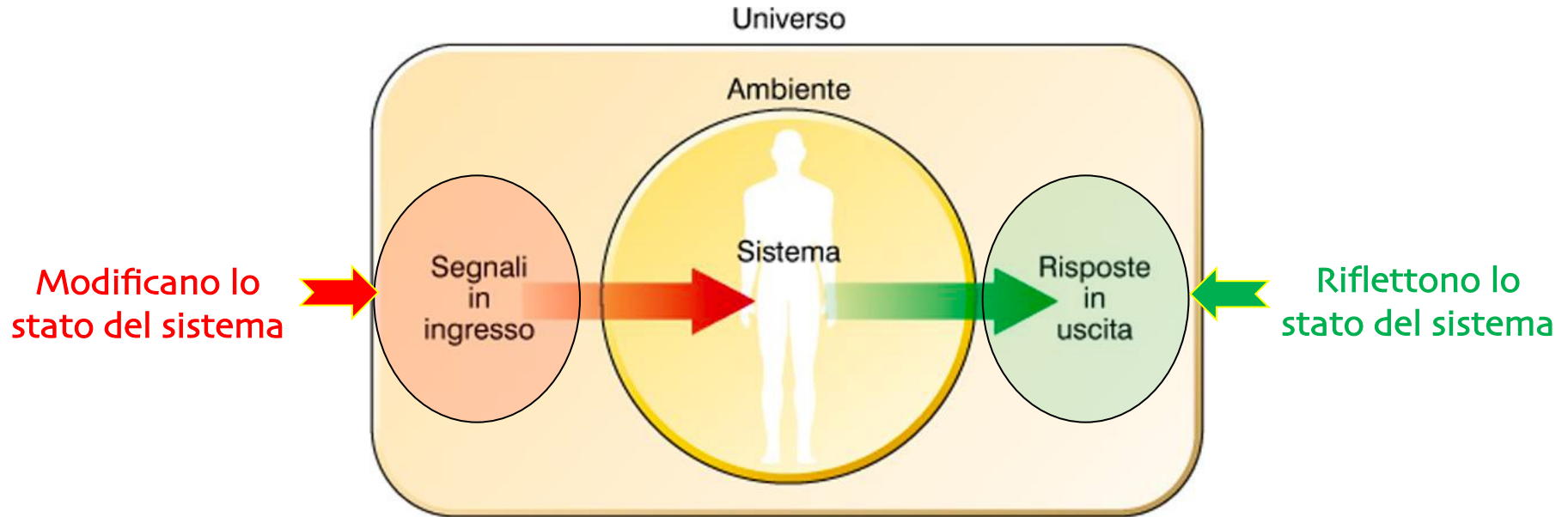


Quando il carico aumenta la velocità di accorciamento diminuisce



$$\text{Potenza} = \frac{\text{lavoro}}{\text{tempo}} = \frac{(\text{forza}) (\Delta L)}{\text{tempo}} = \text{forza} \times \text{velocità}$$

Regolazione nervosa delle risposte fisiologiche

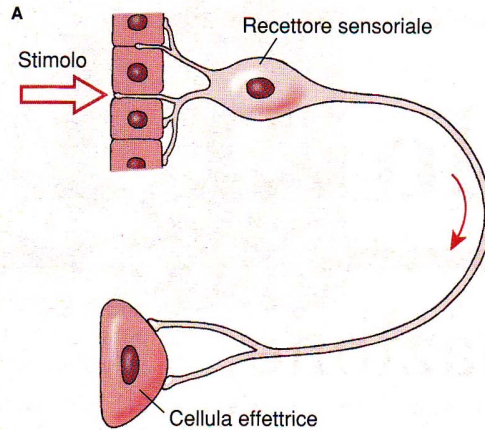


Il sistema nervoso regola le risposte fisiologiche agli eventi perturbanti

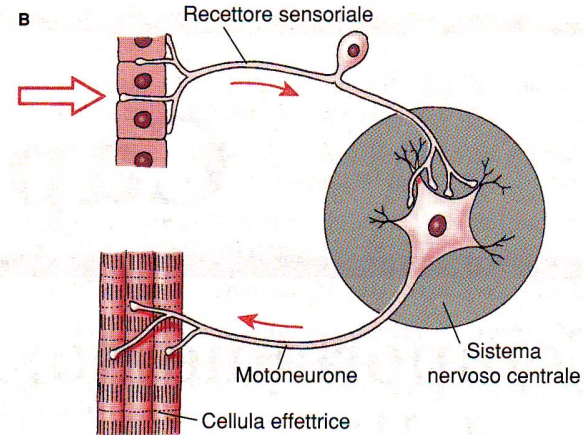
- **Risposte somatiche** agli stimoli esterni: Integrazione sensori-motoria (sistema nervoso somatico)
- **Risposte viscerali** agli stimoli interni: Integrazione viscerale (sistema nervoso autonomo)

L'Arco Riflesso

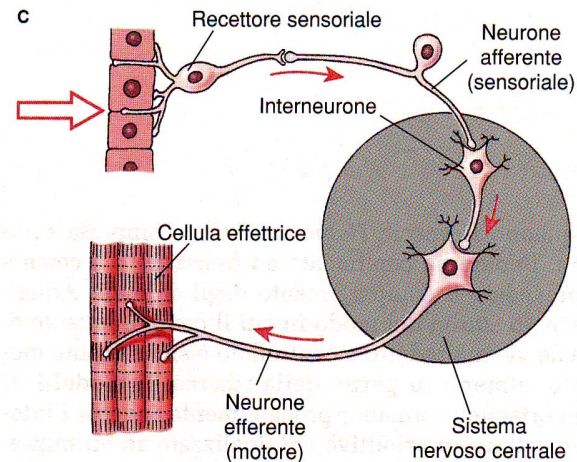
Arco riflesso primitivo



Arco riflesso monosinaptico



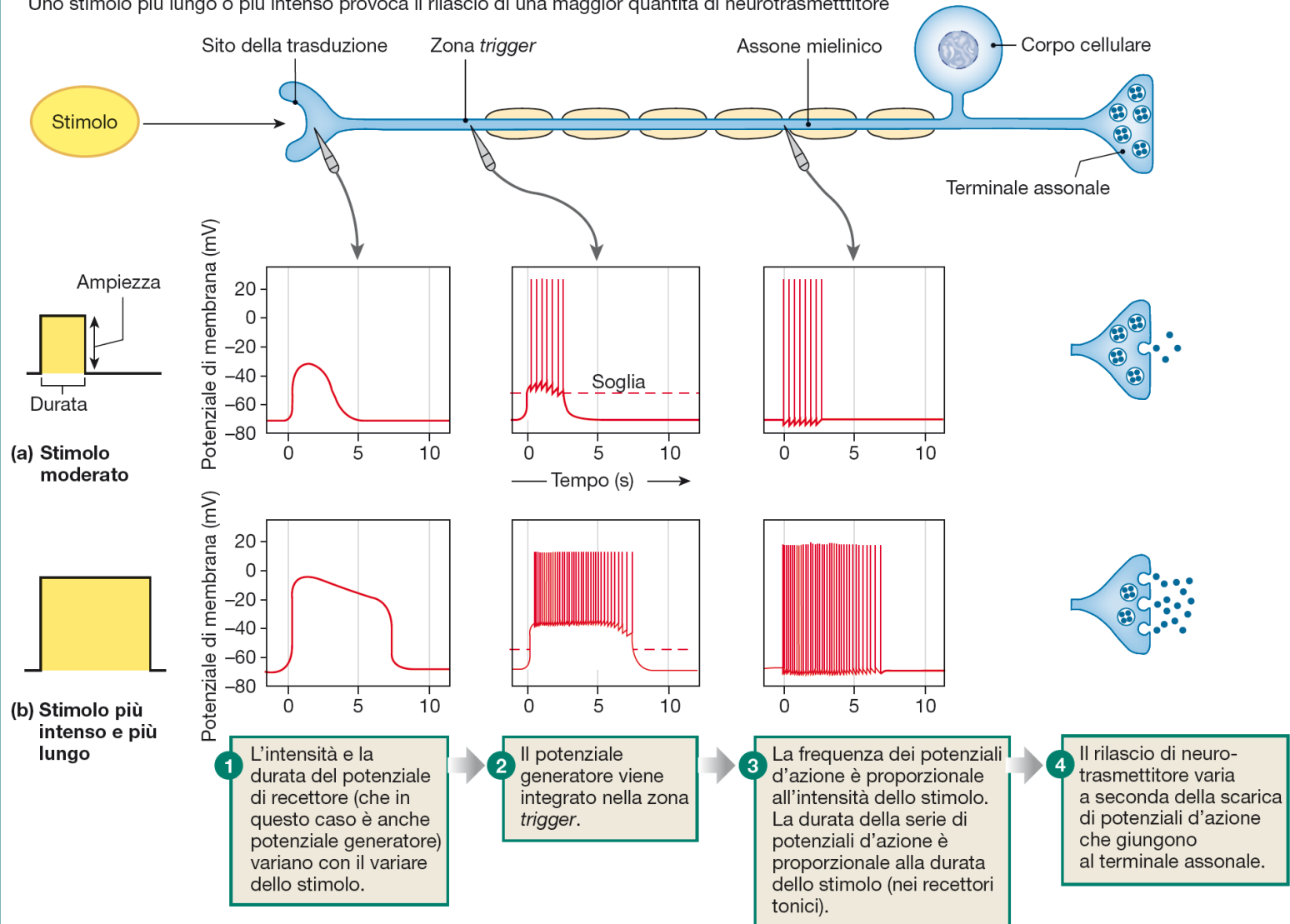
Arco riflesso polisinfaptico



L'Arco Riflesso è l'unità funzionale di base del sistema nervoso

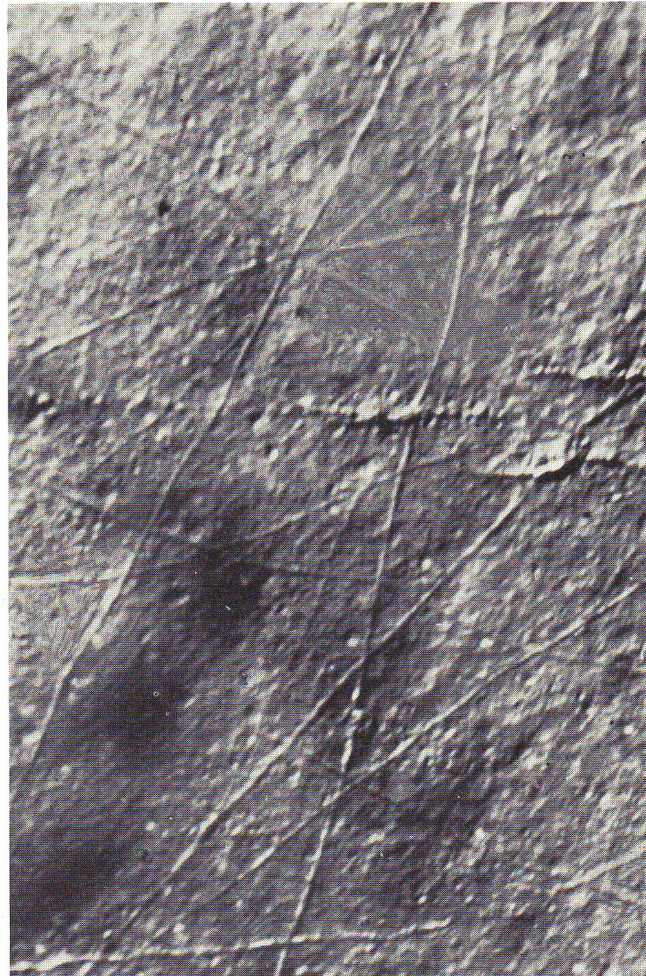
CODIFICARE L'INTENSITÀ E LA DURATA DELLO STIMOLO

Uno stimolo più lungo o più intenso provoca il rilascio di una maggior quantità di neurotrasmettitore



Reti nervose

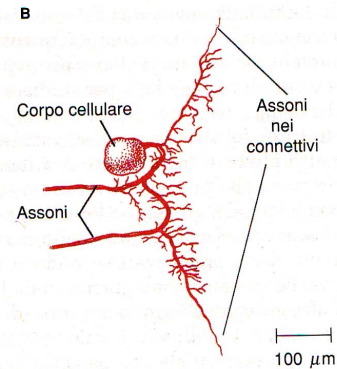
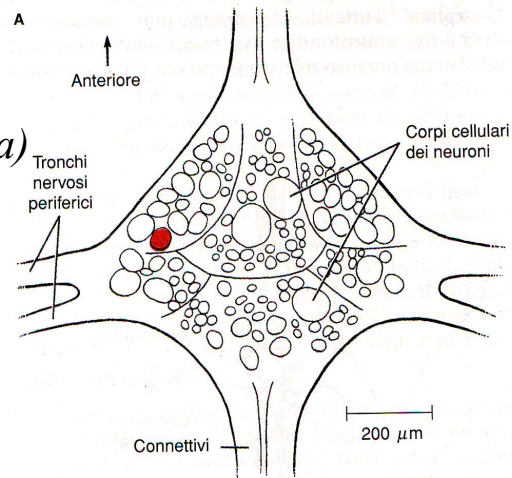
Il sistema nervoso ad organizzazione anatomica più semplice:
favorisce la conduzione unidirezionale degli impulsi nervosi



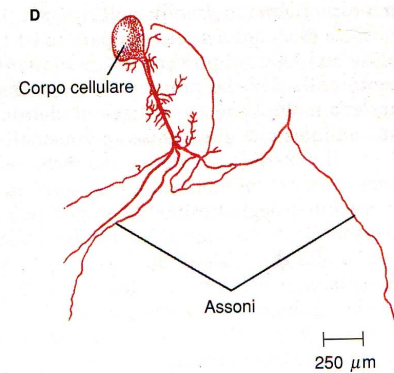
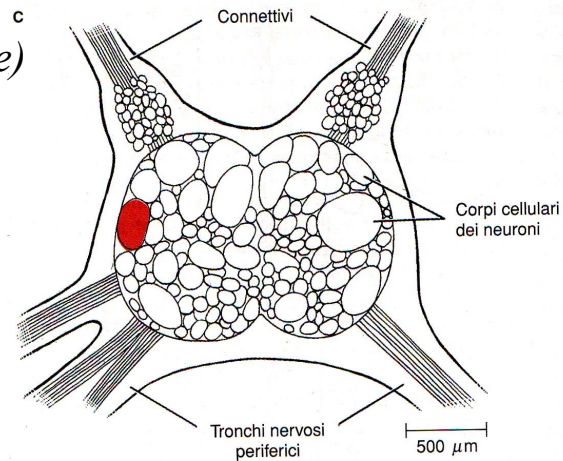
Celenterato: *Aurelia aurita*

Un progresso notevole nell'evoluzione del sistema nervoso è stata l'organizzazione dei corpi cellulari neuronali in gangli

Hirudo medicinalis
Anellide (sanguisuga)



Aplysia californica
Mollusco (lumaca di mare)



Corda nervosa ventrale

Tipica organizzazione segmentale del sistema nervoso di molti invertebrati (caratteristica di anellidi ed artropodi)

Cervello (superganglio)

Nervo ottico

Ganglio sopraesofageo

Connettivo periesofageo

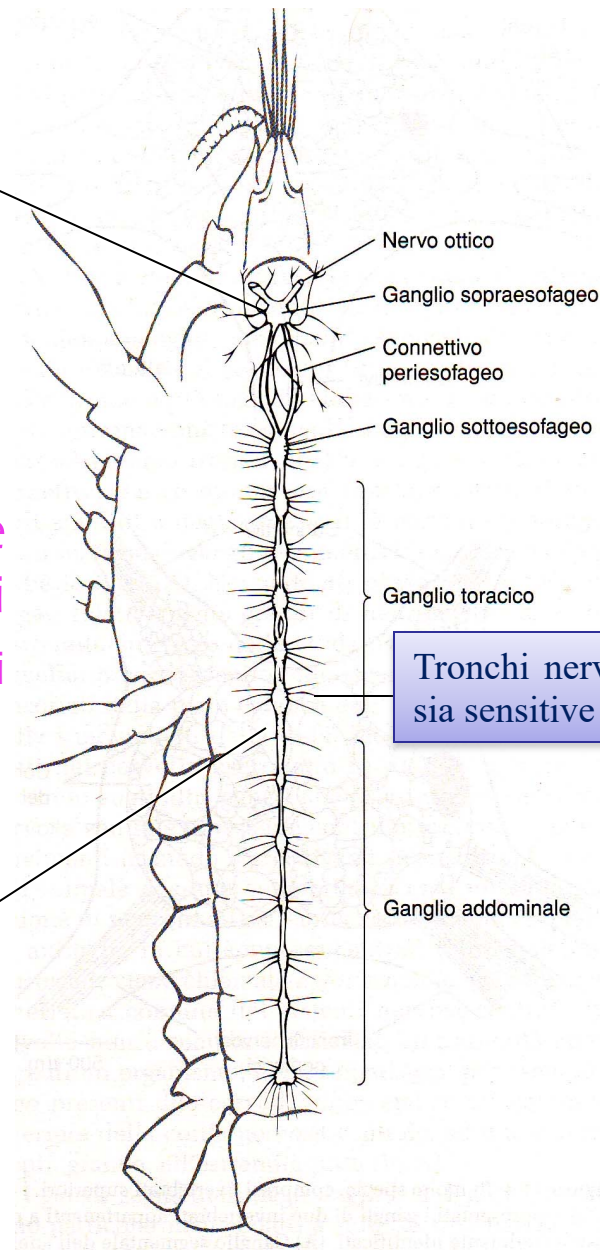
Ganglio sottoesofageo

Ganglio toracico

Tronchi nervosi periferici (fibre sia sensitive che motorie)

Ganglio addominale

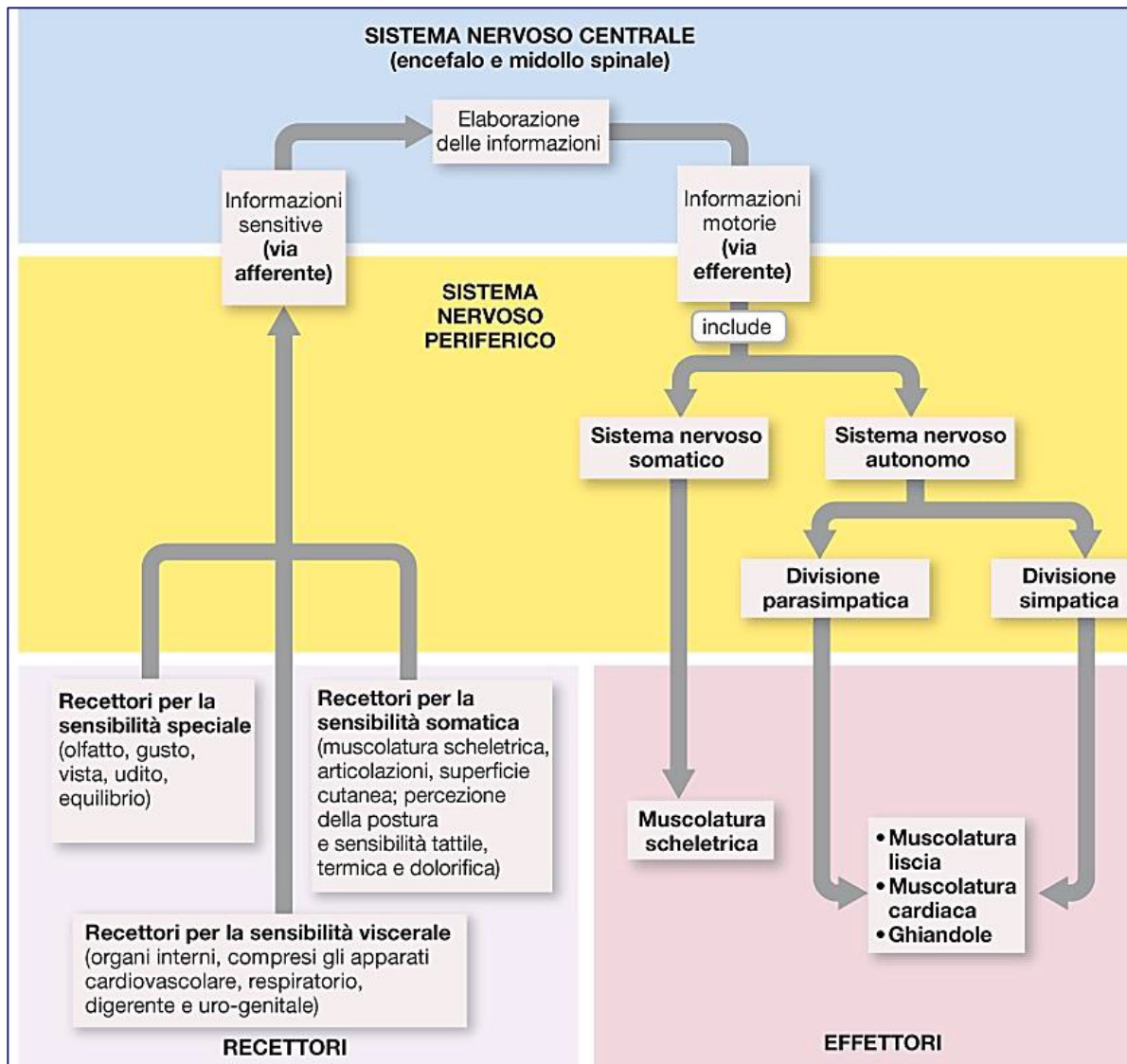
connettivi



Principi dell'evoluzione del sistema nervoso

- ✓ In tutti gli organismi il SN si basa su un unico tipo di cellula: il neurone
- ✓ L'evoluzione del SN si è realizzata attraverso l'elaborazione di un modulo funzionale fondamentale: l'arco riflesso
- ✓ L'evoluzione del SN è stata caratterizzata dalla tendenza a compattare i neuroni
- ✓ Gli organismi complessi possiedono un numero di neuroni maggiore di quello degli organismi più semplici
- ✓ Nel corso dell'evoluzione, il SN diventa sempre più complesso, con nuove strutture che si sovrappongono a quelle più arcaiche
- ✓ Le dimensioni delle singole aree del cervello sono in genere proporzionali alla rilevanza fisiologica delle entrate sensoriali elaborate o delle uscite motorie

Ricordate: Organizzazione del sistema nervoso dei vertebrati

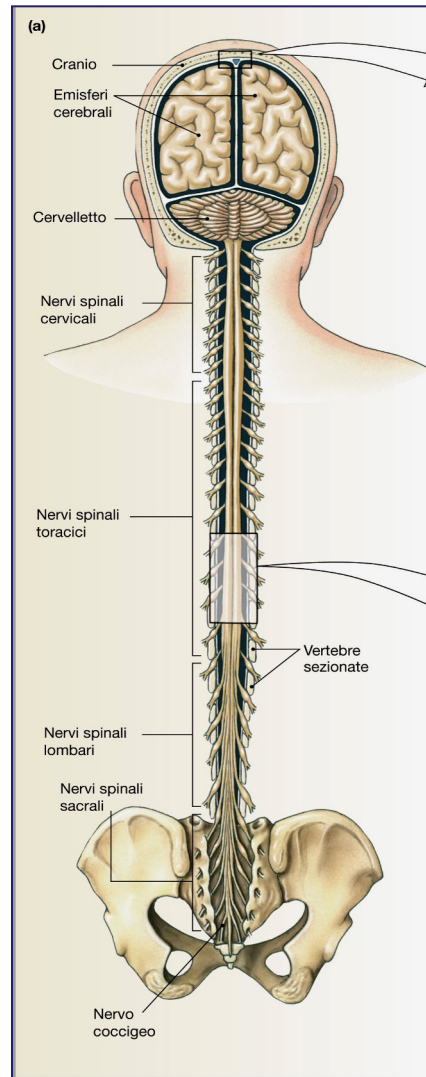


Contiene i corpi cellulari della maggior parte dei neuroni, inclusi quelli degli interneuroni e della maggior parte dei neuroni che innervano i muscoli

Costituito da:

- Gangli contenenti i corpi cellulari di neuroni del sistema nervoso autonomo
- Gangli contenenti i corpi cellulari dei neuroni sensoriali
- Nervi: fasci di assoni di neuroni sensoriali e motori

Parti principali del sistema nervoso centrale



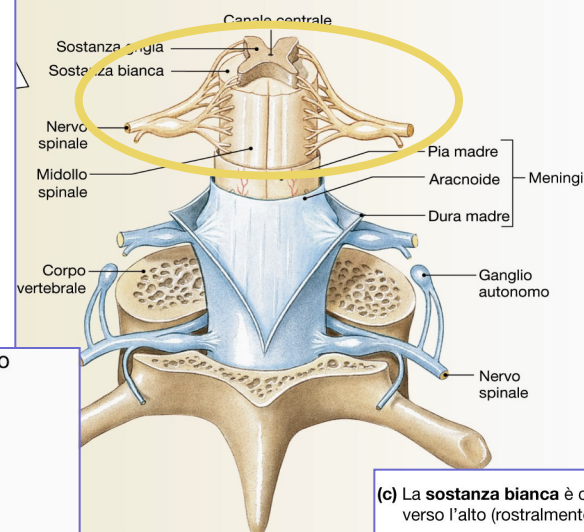
- Elevata cefalizzazione
- Conservazione dell'organizzazione segmentale di base (midollo spinale, organizzazione nervi cranici)

Suddiviso in 4 porzioni principali:

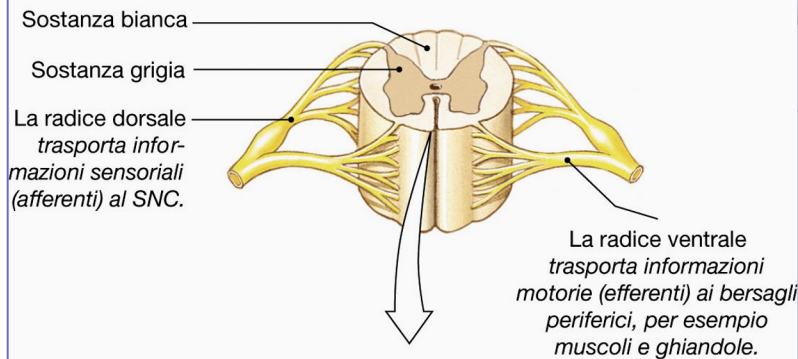
Cervicale
Toracica
Lombare
Sacrale

Segmentazione del midollo spinale

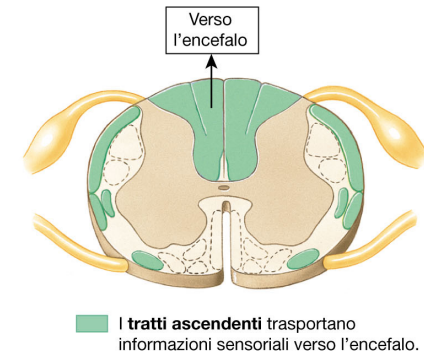
c) Visione posteriore del midollo spinale e di una vertebra



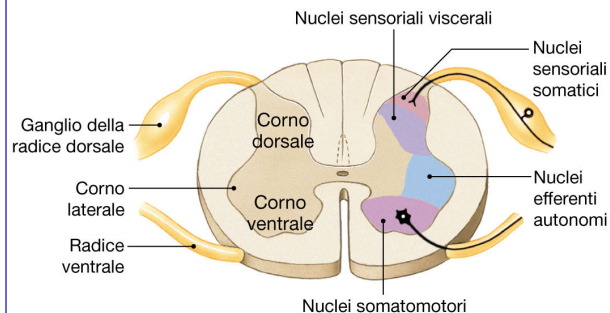
(a) Un segmento del midollo spinale, in visione ventrale, col relativo paio di nervi spinali.



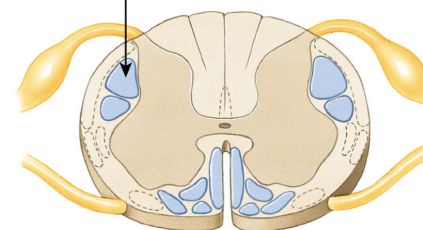
(c) La **sostanza bianca** è costituita da assoni che trasportano informazioni verso l'alto (rostralmente) o verso il basso (caudalmente).



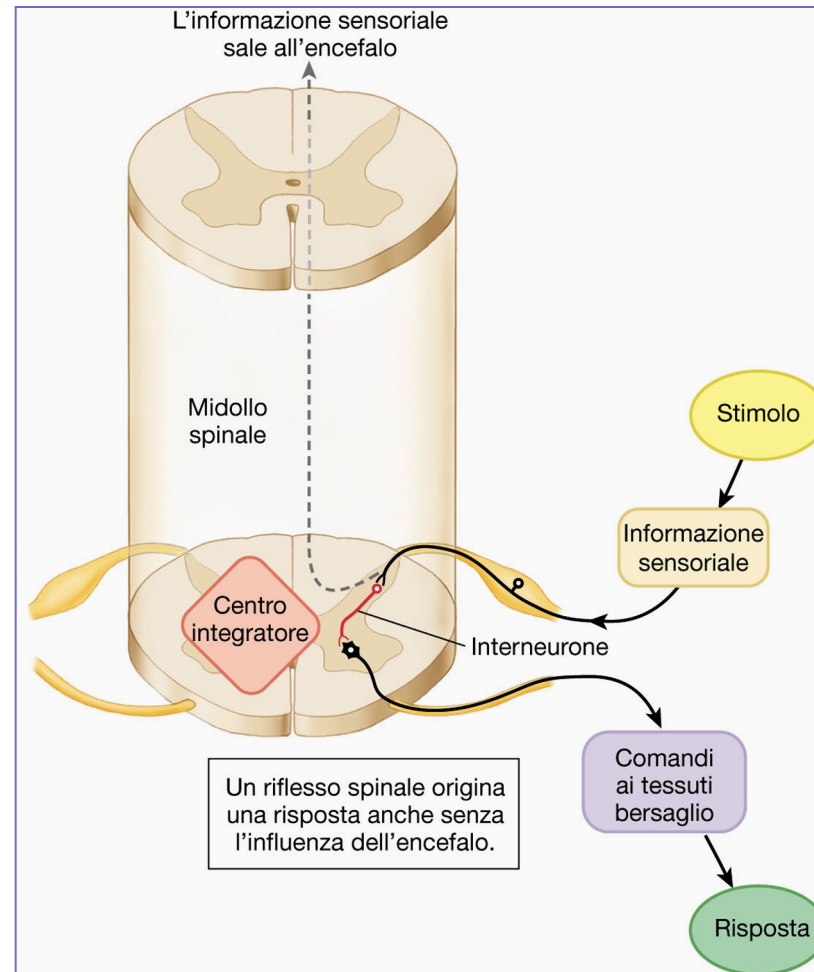
(b) La **sostanza grigia** è formata da nuclei sensoriali e motori.



Dall'encefalo

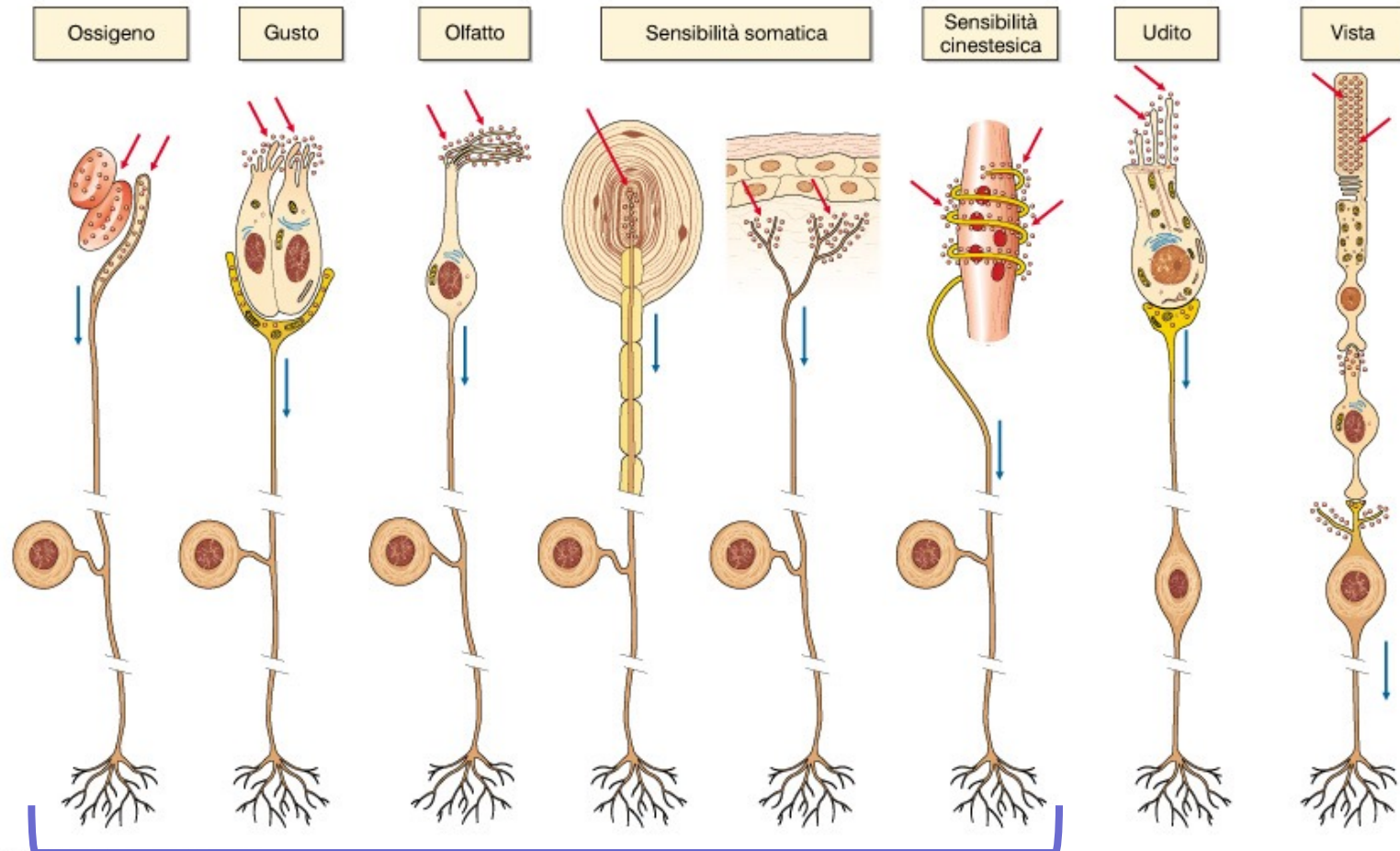


Il Midollo Spinale è sede delle connessioni riflesse



L'Arco Riflesso rappresenta il circuito di base del sistema nervoso

I recettori sono molto diversificati



....e la maggior parte degli stimoli passa (direttamente o indirettamente) per i neuroni dei gangli delle radici dorsali

Riflessi somatici

Riflessi autonomi
o viscerali

TABELLA 13-1

Classificazione dei riflessi nervosi

I riflessi nervosi possono essere classificati secondo vari criteri:

1. Divisione efferente che controlla l'effettore

- a. neuroni motori somatici, che controllano i muscoli scheletrici;
- b. neuroni autonomi, che controllano il muscolo liscio e cardiaco, le ghiandole e il tessuto adiposo.

2. Regione di integrazione all'interno del sistema nervoso centrale

- a. riflessi spinali, che non richiedono segnali dai centri superiori;
- b. riflessi cranici, che sono integrati a livello encefalico.

3. Periodo in cui si sviluppa il riflesso

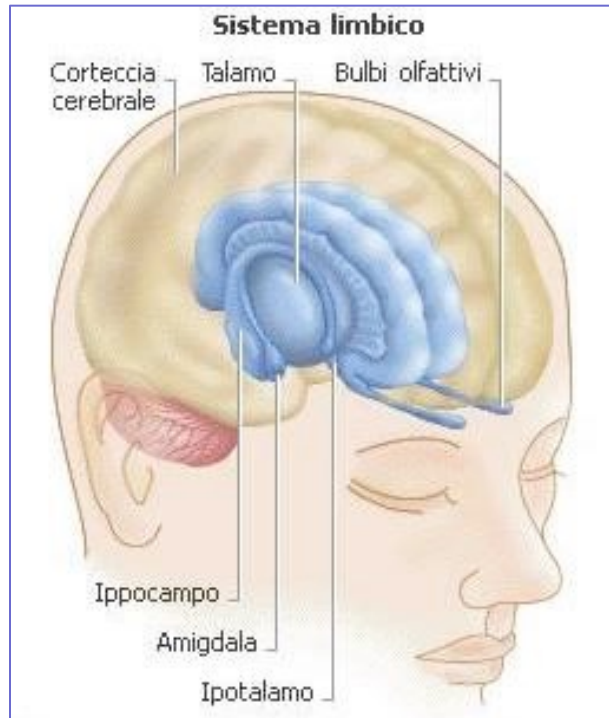
- a. riflessi innati, geneticamente determinati;
- b. riflessi appresi (condizionati), acquisiti con l'esperienza.

4. Numero di neuroni dell'arco riflesso

- a. riflessi monosinaptici, che hanno solo due neuroni: uno afferente (sensoriale) e uno efferente. Solo i riflessi miotatici sono monosinaptici;
- b. riflessi polisinaptici, che presentano uno o più interneuroni tra il neurone afferente e quello efferente. Tutti i riflessi autonomi sono polisinaptici poiché possiedono almeno tre neuroni, uno afferente e due efferenti.

Riflessi Autonomi o Viscerali

Il sistema limbico controlla i riflessi autonomi e può convertire stimoli emotivi in risposte viscerali



Istinti primitivi:
fame, desiderio sessuale,
rabbia, paura, aggressività



Rossore
Pallore
Pelle d'oca
Defecazione
Minzione...

Riflessi somatici

Riflessi autonomi
o viscerali

Riflessi spinali

Riflessi cranici

Riflessi innati

Riflessi appresi

Riflessi monosinaptici

Riflessi polisinaptici

TABELLA 13-1

Classificazione dei riflessi nervosi

I riflessi nervosi possono essere classificati secondo vari criteri:

1. Divisione efferente che controlla l'effettore

- a. neuroni motori somatici, che controllano i muscoli scheletrici;
- b. neuroni autonomi, che controllano il muscolo liscio e cardiaco, le ghiandole e il tessuto adiposo.

2. Regione di integrazione all'interno del sistema nervoso centrale

- a. riflessi spinali, che non richiedono segnali dai centri superiori;
- b. riflessi cranici, che sono integrati a livello encefalico.

3. Periodo in cui si sviluppa il riflesso

- a. riflessi innati, geneticamente determinati;
- b. riflessi appresi (condizionati), acquisiti con l'esperienza.

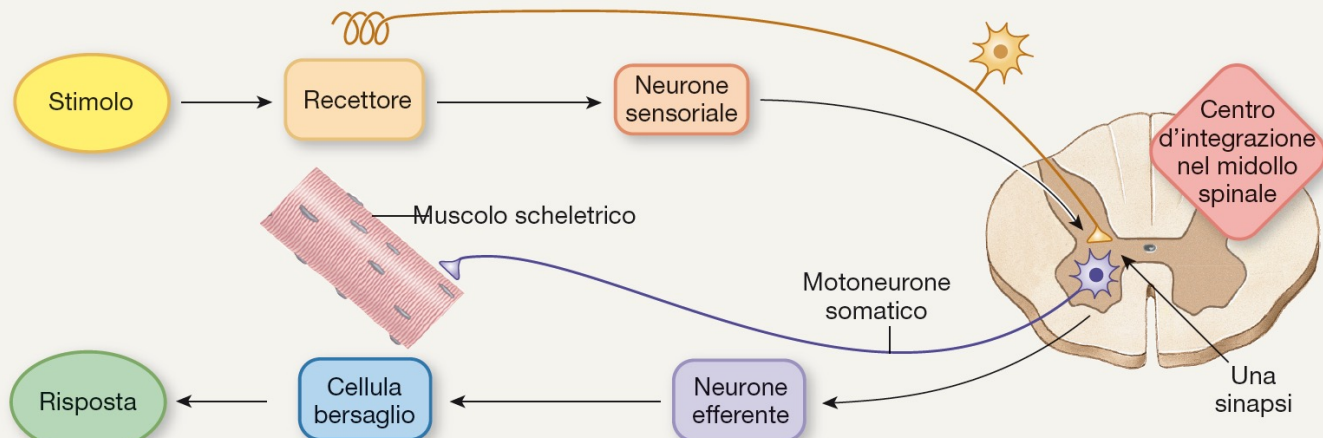
4. Numero di neuroni dell'arco riflesso

- a. riflessi monosinaptici, che hanno solo due neuroni: uno afferente (sensoriale) e uno efferente. Solo i riflessi miotatici sono monosinaptici;
- b. riflessi polisinaptici, che presentano uno o più interneuroni tra il neurone afferente e quello efferente. Tutti i riflessi autonomi sono polisinaptici poiché possiedono almeno tre neuroni, uno afferente e due efferenti.

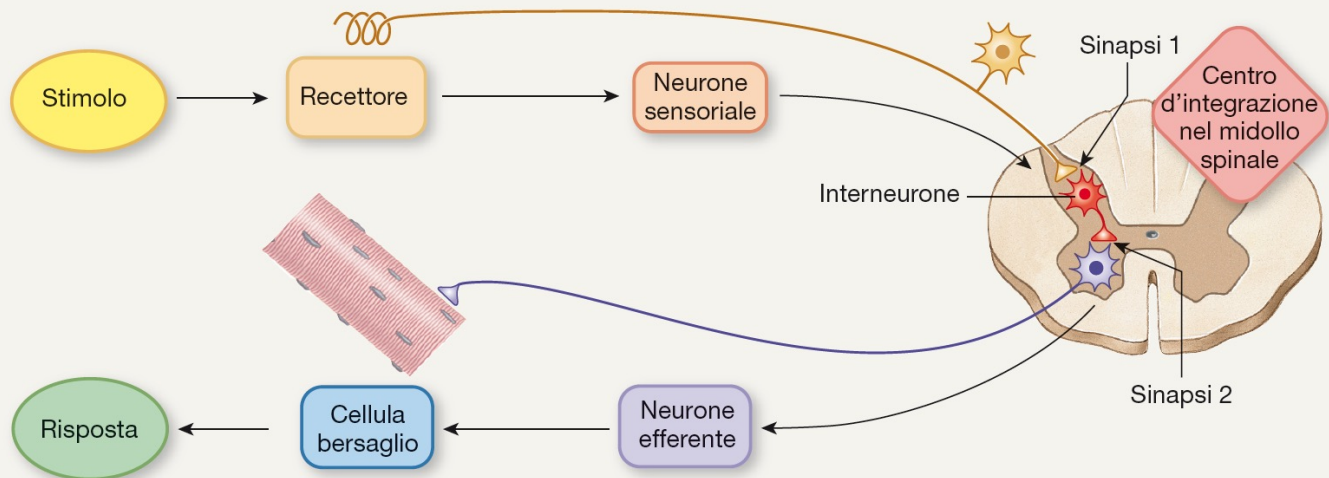
Riflessi motori monosinaptici e polisinaptici

RIFLESSI MOTORI SOMATICI

(a) Un **riflesso monosinaptico** ha soltanto una sinapsi tra il neurone afferente e quello efferente.



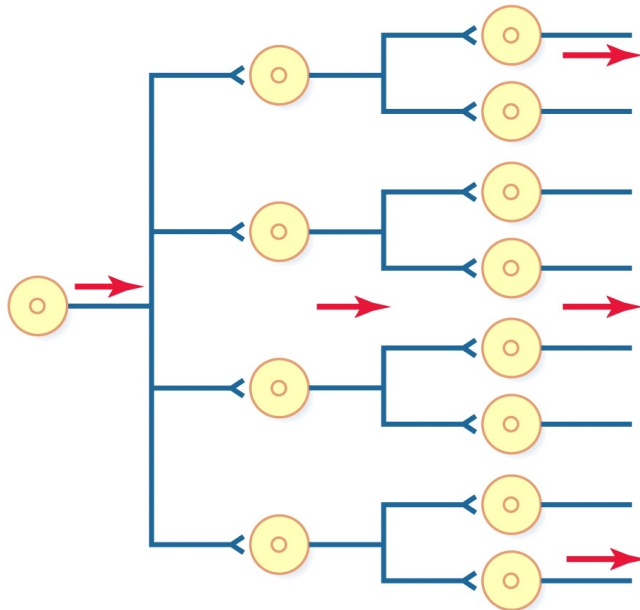
(b) I **riflessi polisinaptici** hanno due o più sinapsi. Questo riflesso motore somatico ha entrambe le sinapsi nel SNC.



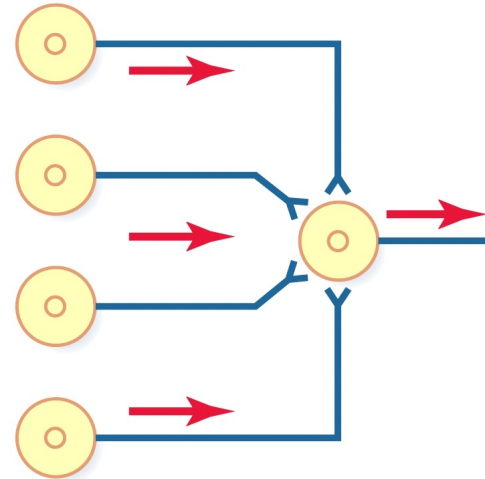
Le risposte riflesse possono essere:

a

Divergenti

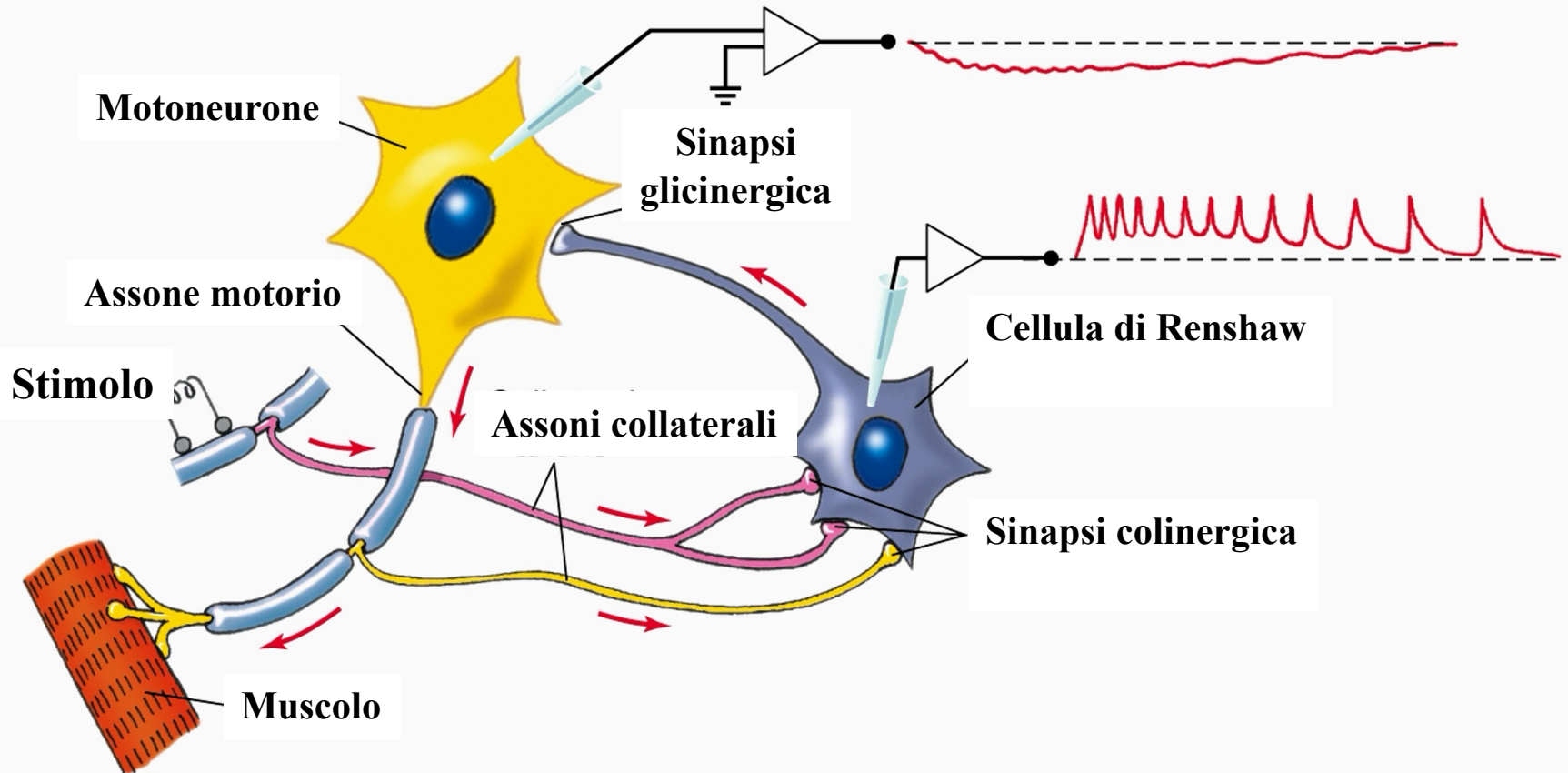


Convergenti



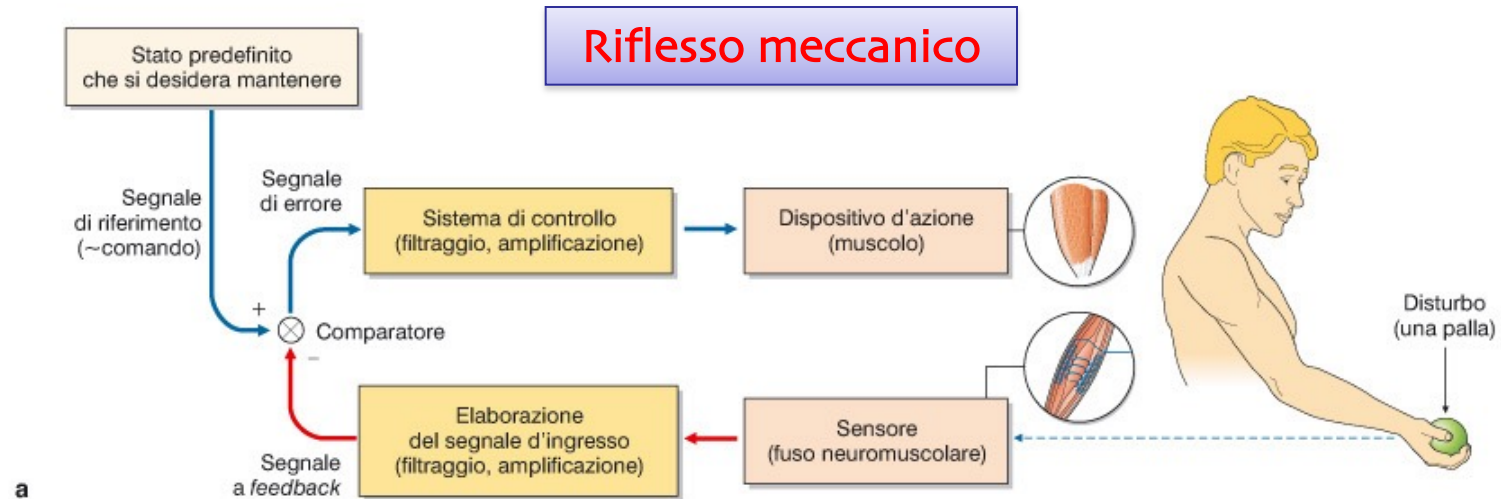
b

utilizzare meccanismi a *retroazione positiva* o *negativa*



c

avere una *componente anticipatoria* (anticipazione di uno stimolo)



Dermatomeri

Regioni sensoriali della superficie del corpo innervate dai nervi spinali

