

1

Concetti soglia

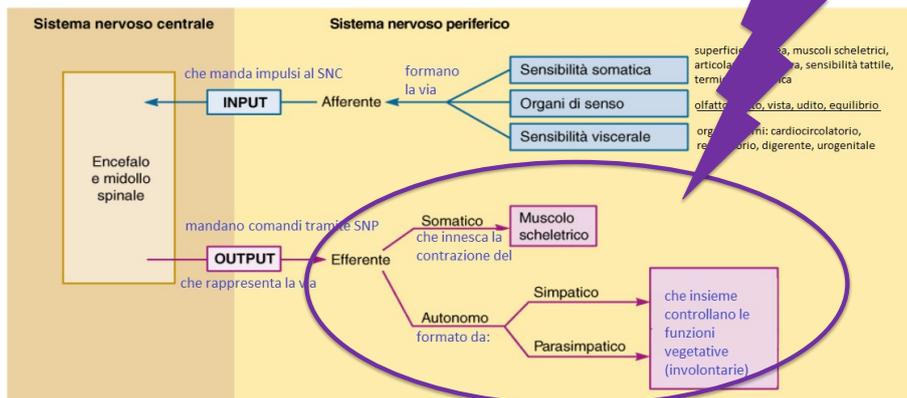
- Sistema nervoso somatico
 - Unità motrice
 - Giunzione neuromuscolare
- Tipi di motoneuroni
 - Superiore
 - Inferiore
- Alfa e gamma motoneuroni

14/04/25

2

Apparati MOTORI

Siamo qui



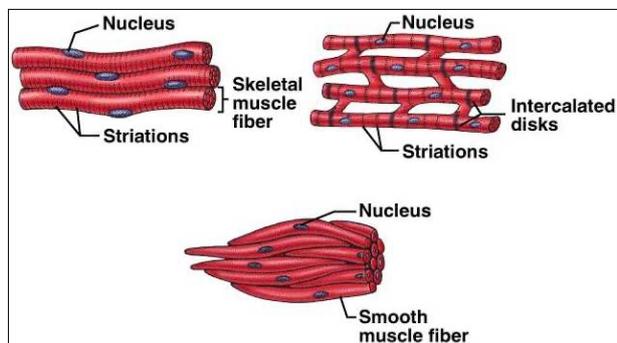
14/04/25

3

Cellule muscolari

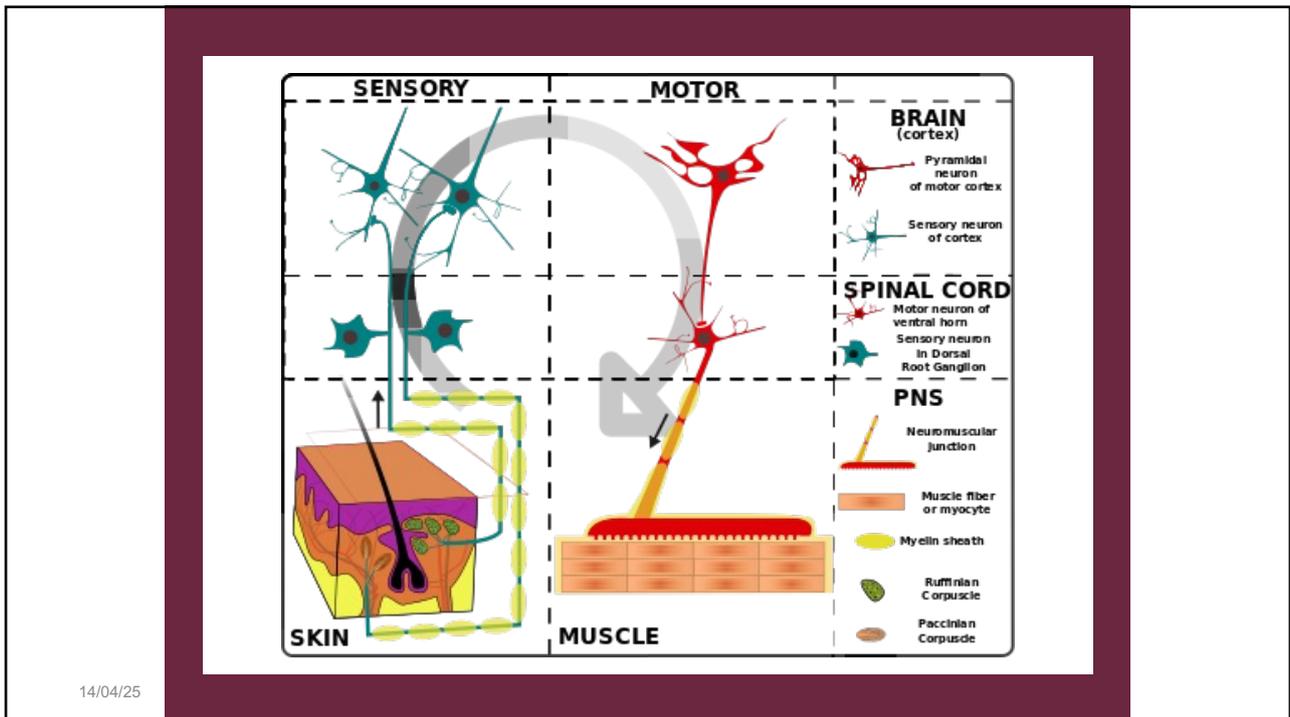
Sono specializzate nella contrazione, tre tipi:

- scheletriche
- cardiache
- lisce



14/04/25

4



5

Sistemi motori

Così come esistono
modalità sensoriali diverse,
si distinguono categorie diverse
di movimenti:

- **Riflessi: mantenimento della postura, spt muscoli estensori**
- **Volontari: spt muscoli flessori**

14/04/25

6

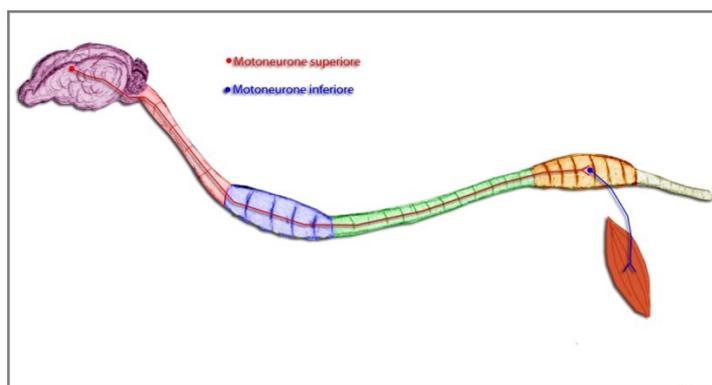
Caratteristiche della funzione motoria

- Mancanza di sforzo con cui viene eseguita la > parte dei compiti motori complessi
- I movimenti si susseguono in modo apparentemente automatico (non cosciente)
- Compiti motori complessi: parlare mentre guidiamo o camminiamo, pensare mentre si usano utensili etc.

14/04/25

7

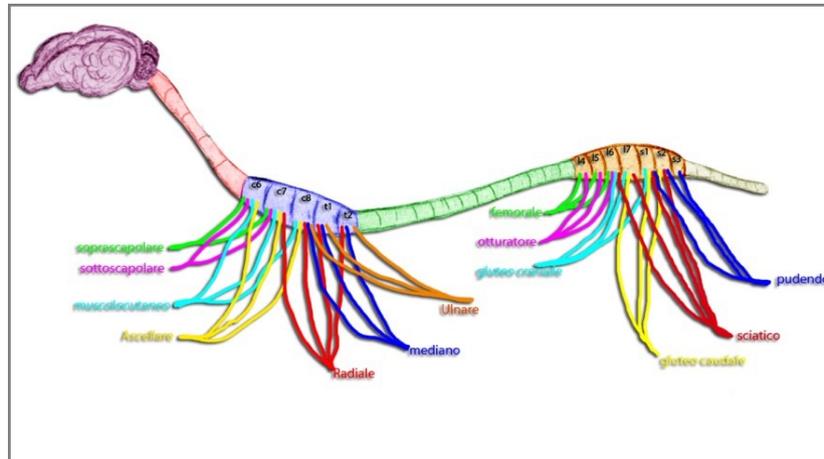
Motoneuroni



14/04/25

8

Motoneurone inferiore



14/04/25

9

Midollo --- tronco encefalico

- il midollo rappresenta il livello più basso della scala gerarchica
- contiene i circuiti neuronali che mediano riflessi e movimenti automatici di tipo ritmico (locomozione, grattamento etc)
- circuiti simili che mediano movimenti riflessi di testa e bocca sono localizzati nel tronco encefalico
- Il circuito neuronale più semplice è monosinaptico (neurone sensitivo + motoneurone inferiore)
- La > parte dei riflessi è mediata da circuiti polisinaptici (con interneuroni)

14/04/25

10

I motoneuroni inferiori (alfa e gamma) rappresentano la VIA FINALE COMUNE mediante la quale le strutture encefaliche superiori controllano la contrazione delle fibre muscolari extrafusali per:

**i movimenti volontari,
il tono muscolare,
la postura**

14/04/25

11

Movimenti riflessi

- Sono schemi coordinati involontari di contrazione e rilasciamento muscolare
- Sono prodotti da stimoli periferici
- Compaiono anche in animali con vie motorie discendenti interrotte
- A parità di condizioni esterne uno stimolo produce sempre la stessa risposta
- L' intensità della risposta può essere modulata

14/04/25

12

Tono muscolare

- Resistenza che il muscolo oppone allo stiramento
- I riflessi tonici sono di origine midollare, ma la **REGOLAZIONE DEL TONO** dipende da strutture encefaliche di integrazione
- L'azione tonigena riflessa del midollo dipende dall'informazione propriocettiva proveniente da strutture sensitive muscolo-tendinee
 - organo muscolo tendineo del Golgi
 - fuso neuromuscolare

14/04/25

13

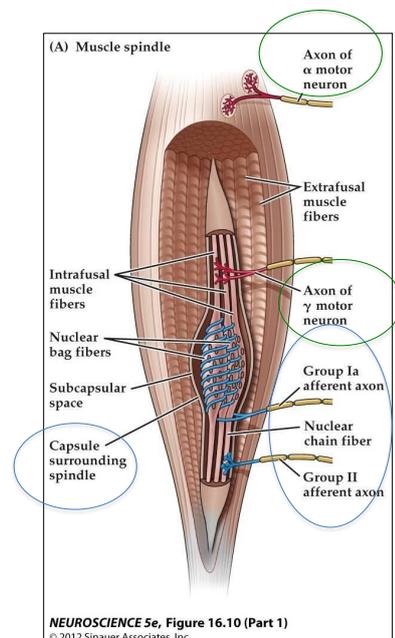
Due tipi di motoneuroni inferiori

ALFA MOTONEURONI innervano fibre **extrafusali** generando la forza per la postura e il movimento

GAMMA MOTONEURONI innervano fibre **intrafusali** (fuso muscolare). L'accorciamento o l'allungamento del fuso, in sintonia con accorciamento/allungamento delle fibre extrafusali, fornisce un feedback continuo via neuroni sensoriali **afferenti** al midollo.

Il fuso neuromuscolare è fondamentale per il monitoraggio dell'allungamento del muscolo.

Alfa e gamma motoneuroni sono fibre efferenti che regolano in modo molto preciso l'intensità della contrazione muscolare



14/04/25

14

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display

Il riflesso previene over-stretching del muscolo

Muscle Sensory Receptors

afferent neuron coiled around the muscle spindle senses *stretch* (muscle length & speed of stretch). It acts in *reciprocal innervation* causing contraction of stretched muscle and relaxation of antagonistic muscle.

The gamma motor neurons, muscle spindle, and sensory neuron act as part of a negative feedback loop to maintain muscle length at a desired value.

14/04/25

15

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display

Muscle Sensory Receptors

afferent neuron coiled around the muscle spindle senses *stretch* (muscle length & speed of stretch). It acts in *reciprocal innervation* causing contraction of stretched muscle and relaxation of antagonistic muscle.

The gamma motor neurons, muscle spindle, and sensory neuron act as part of a negative feedback loop to maintain muscle length at a desired value.

14/04/25

Il riflesso previene una massiva contrazione del muscolo e lesioni del tendine

16

Due tipi di riflessi

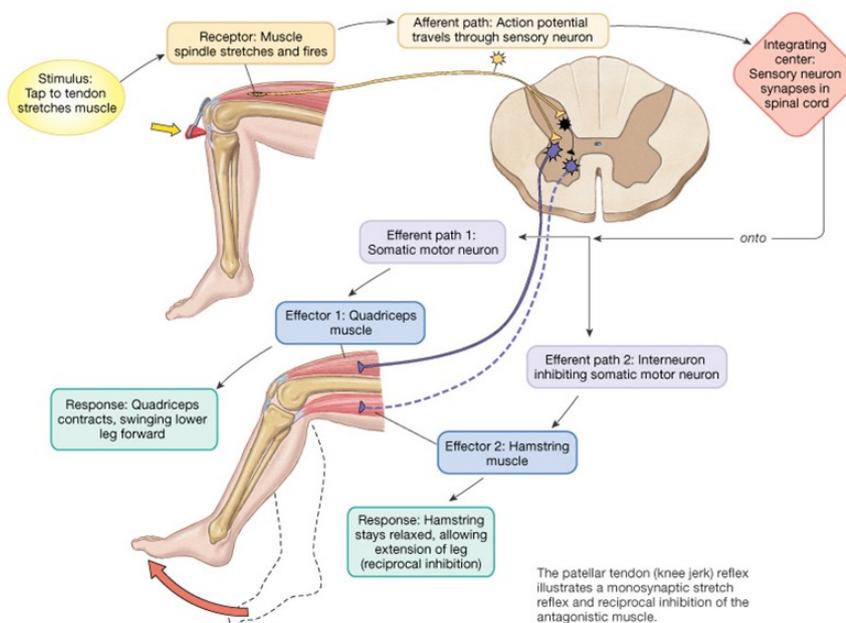
Le caratteristiche spaziali e temporali sono diverse e dipendono dal tipo di recettore stimolato

- **Recettori muscolari:** generano riflessi di stiramento
- **Recettori cutanei:** generano riflessi di retrazione

14/04/25

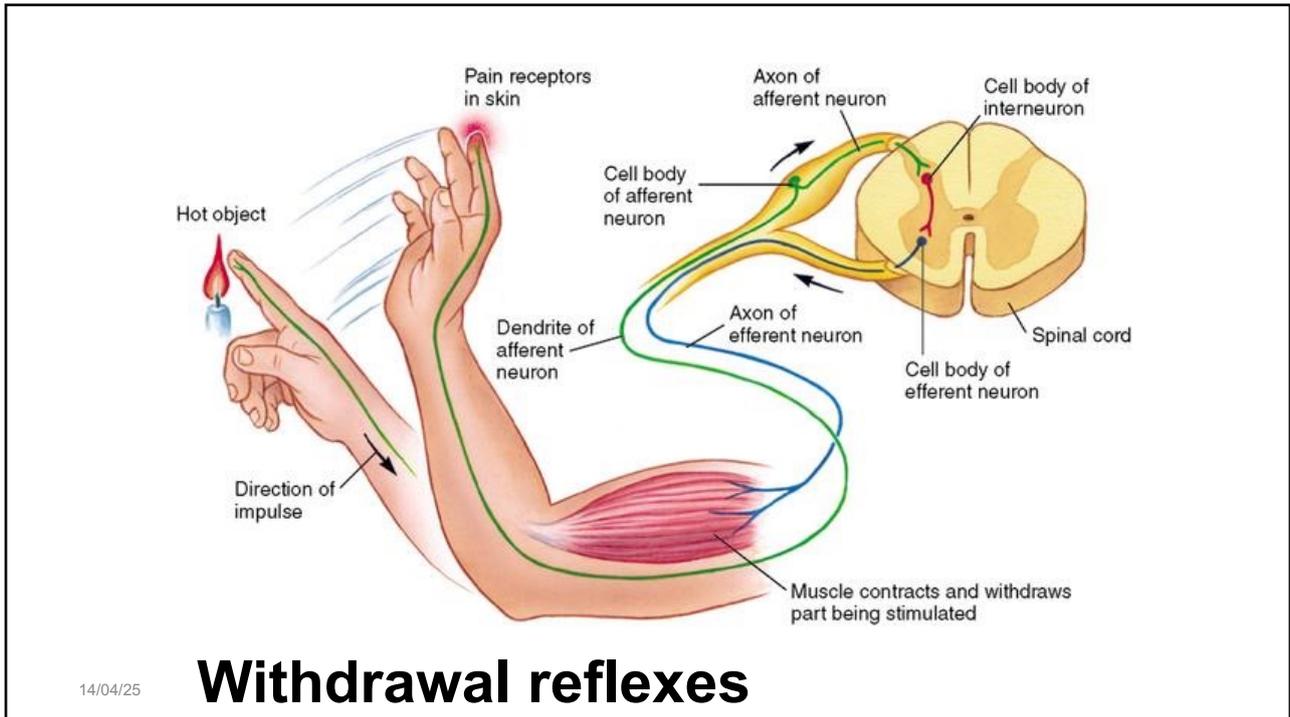
17

Riflesso patellare (monosinaptico)



14/04/25

18



19

14/04/25

Riflesso di retrazione o evitamento (polisinaptico)

Reflexes circuitry mediates withdrawal of limb from a painful sensory stimulus (flexor reflex).

Crossed extensor reflex provides postural support during withdrawal of affected limb.

Pain input to spinal cord excites/inhibits reciprocal muscles on pained side of the body (causing withdrawal reflex) and on opposite side of the body to support body weight.

It involves different polysynaptic reflexes: when the stimulus intensity increases, flexion occurs in the affected limb, followed **in 0.2-0.5 sec.** by the extension of the contralateral limb.

Also inputs from the brain!!

20

Propriocezione



- Percezione **consapevole** della posizione del corpo nello spazio (motoneurone superiore)
- L'estremità di un arto viene posizionata con la parte dorsale delle dita a contatto con il suolo: il ritorno alla posizione normale deve avvenire rapidamente (1 sec).
- La reazione richiede la percezione cosciente del piede sottosopra e il ritorno alla posizione normale, se il sistema piramidale controlaterale è intatto (fascio cortico spinale)

14/04/25

21

Altri riflessi

- masticazione, deglutizione
- minzione, defecazione, erezione
- di grattamento, del pellicciaio
- contrazioni alternate di flessori ed estensori di ambo i lati nell' andatura quadrupedale (generatore centrale)



14/04/25

22

Schemi motori del passo

Per adeguare gli schemi locomotori al tipo di terreno e a eventi inattesi si utilizzano costantemente segnali afferenti che forniscono almeno tre tipi di informazione:

- **Segnali somatosensitivi** da:
 - recettori muscolari e articolari (proprioettori) → implicati nella regolazione automatica del cammino
 - recettori cutanei (esterocettori) → adeguano il cammino agli stimoli esterni
- **Segnali dall'apparato vestibolare** (equilibrio)
- **Segnali visivi**

14/04/25

23

Motoneurone superiore

Sistemi polineuronali del cervello influenzano l'attività dei motoneuroni inferiori. Questi sono:

- Sistema piramidale (movimenti volontari complessi)
- Sistema extrapiramidale (tono antigravitario)
- Cervelletto (coordinazione motoria)

14/04/25

24

Movimenti volontari

- Sono movimenti che tendono a uno scopo, anche se possono essere iniziati in seguito a una stimolazione esterna (es. brusca frenata quando il semaforo vira al rosso o correre per colpire una palla)
- Si affinano con la pratica e l'apprendimento, che permettono di:
 - prevedere ed evitare ostacoli
 - correggere ogni disturbo (ostacoli)

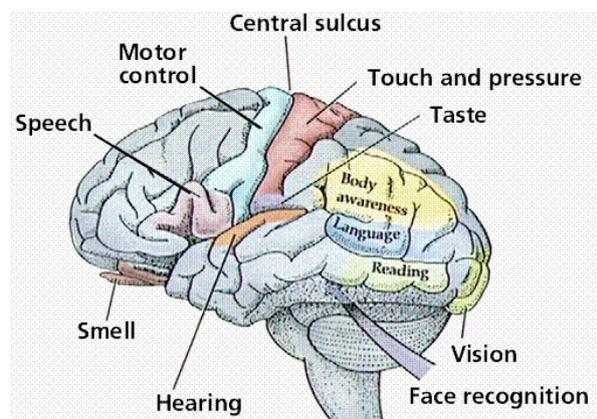
14/04/25

25

Sistema piramidale Corteccia motoria primaria

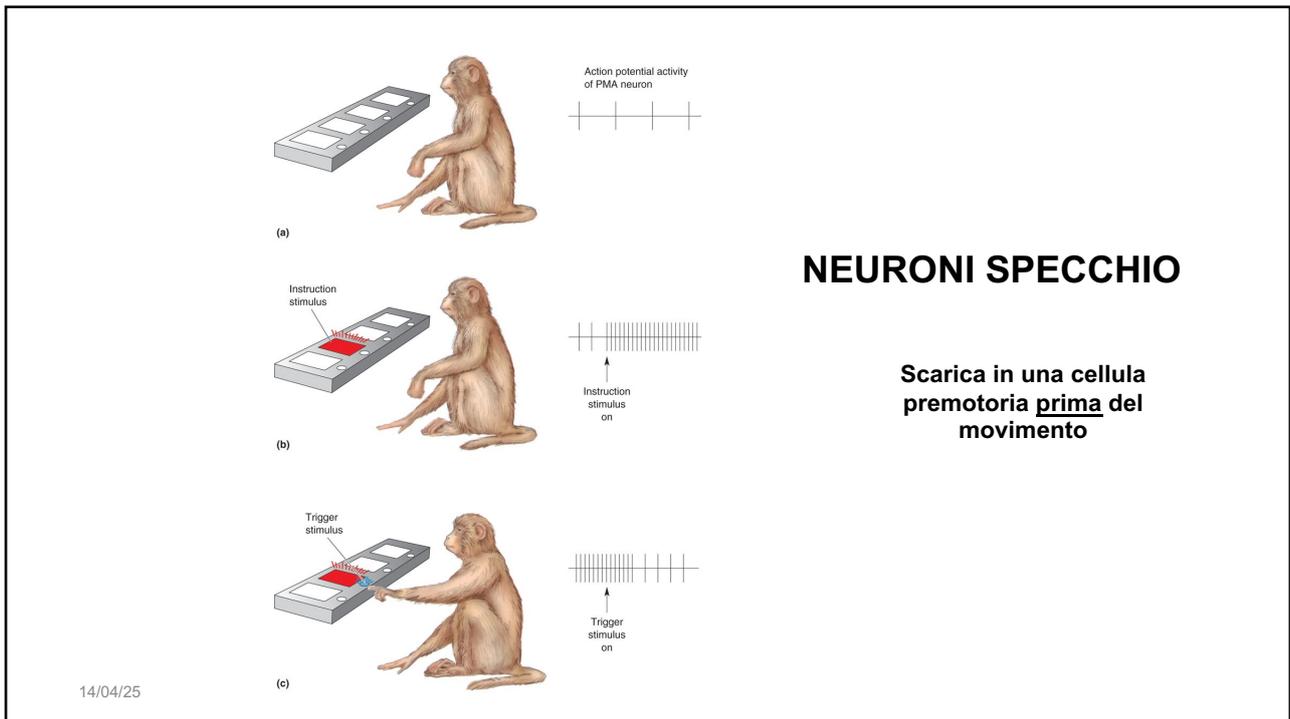
I neuroni del sistema piramidale originano in un punto preciso della corteccia:

la **corteccia motoria primaria**
(rostralmente al solco centrale)



14/04/25

26



29

Senso vs moto

- I sistemi motori svolgono compiti opposti ai sistemi sensoriali
- La **elaborazione sensoriale** genera una rappresentazione interna del mondo
- La **elaborazione motoria** comincia dalla rappresentazione interna

14/04/25

30

Precisione (memoria procedurale)

- Nei movimenti volontari la velocità è inversamente proporzionale alla precisione
- Ciò è dovuto al fatto che c'è meno tempo per le correzioni a feedback
- Sia l'accuratezza che la velocità aumentano con l'esercizio
- Il SNC impara a tenere conto anche delle più piccole variazioni della postura che possono influenzare la precisione del movimento
- Es. i tiratori di pistola più bravi riescono a essere precisi perché premono il grilletto in sincronia con i loro tremori involontari

14/04/25

31

Cervelletto e nn. della base

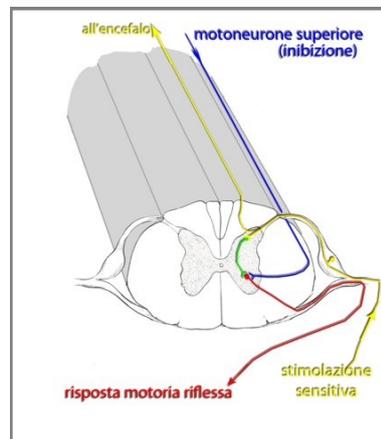
- Entrambe le formazioni sono necessarie perché i movimenti abbiano la loro **scorrevolezza**
- Malattie degenerative dei nn della base (Parkinson, Huntington) provocano comparsa di movimenti involontari, postura alterata e alterazione dei processi cognitivi

14/04/25

32

LESIONI MOTONEURONI

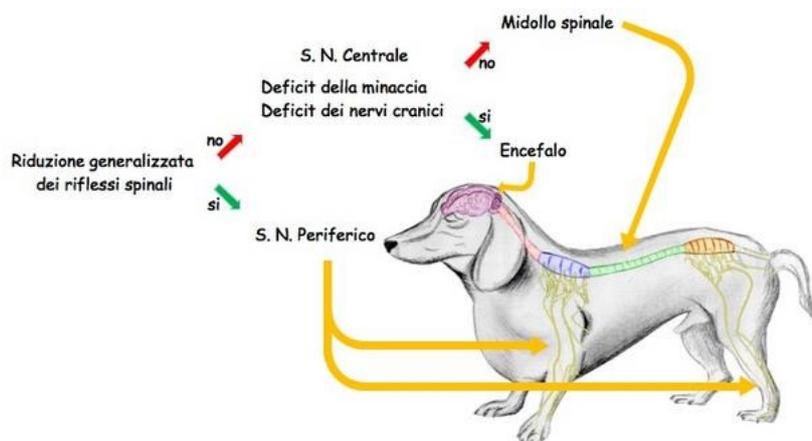
- Come si stabilisce se una lesione è da è a carico del motoneurone inferiore (MNI) o superiore (MNS)?
- Si valuta l'arco riflesso e l'influenza del motoneurone superiore su questo.
- Lesione da motoneurone inferiore: ipo-riflessia o a-riflessia
- Lesione da motoneurone superiore: iper-riflessia per mancata inibizione dell'estensione.



14/04/25

33

Localizzazione della lesione



14/04/25

34

Lesioni SNP

- Generalmente sono risultato di una lesione focale (sensoriale, motoria o entrambe): traumatica, neoplastica, infiammatoria
- Radiale, peroneo, facciale
- Segni: paresi, paralisi flaccida dei muscoli innervati
- Parestesia e lesioni superficiali da lambimento o automutilazione
- Riduzione o assenza di reazioni posturali.

Paralisi del nervo radiale.



Paralisi del nervo peroneo.

14/04/25

35

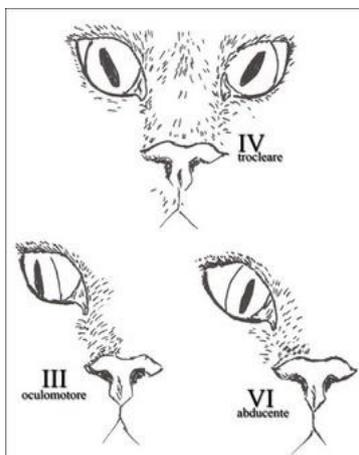
Lesioni nervi cranici



Atrofia muscolare temporale e massetere, enoftalmo (V, occhio in posizione più profonda nell'orbita), ptosi del labbro superiore (VII) e midriasi (III) a sinistra.

14/04/25

36



Posizione del globo oculare in esito ad affezioni neurologiche con coinvolgimento del IV, III o VI nervo cranico

14/04/25

37

Riabilitazione della funzione motoria



tavolette propriocettive, physio balls, palline, piscina, underwater treadmill, etc.

14/04/25

38

Stretching e massoterapia



14/04/25

