

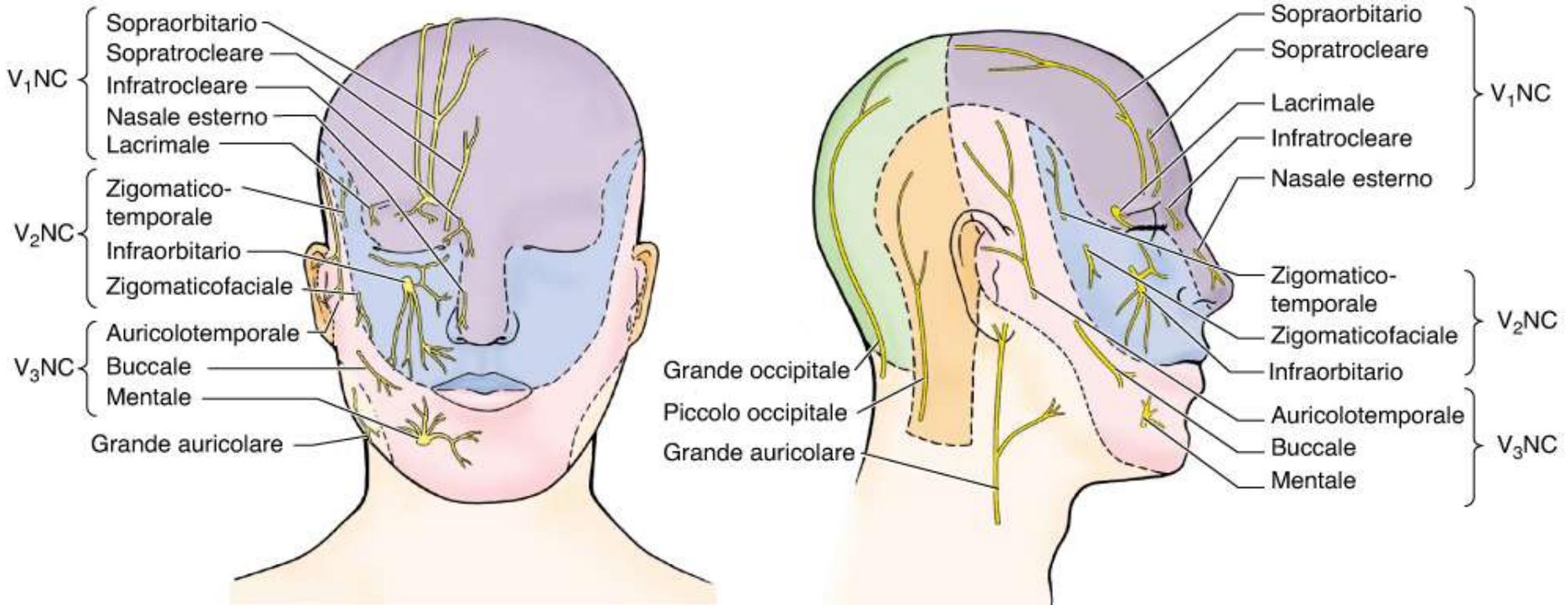
Sistema sensitivo somatico

Le diverse modalità della sensibilità somatica vengono inoltrate ed elaborate attraverso vie diverse che giungono in regioni cerebrali distinte

Sistema sensitivo somatico

A. Spinale (arti,collo, tronco)

B. Trigeminale (testa)



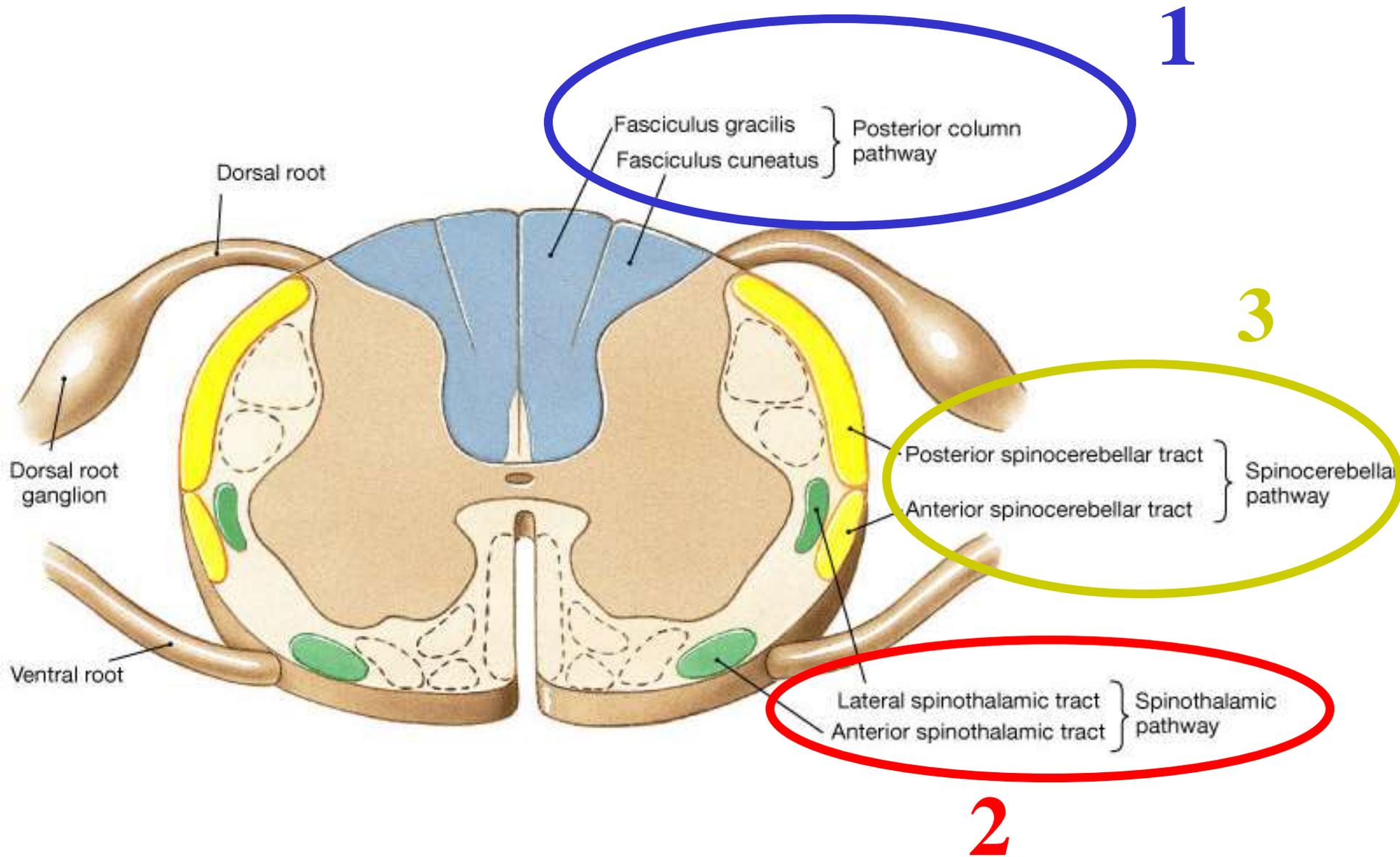
A. Sistema sensitivo somatico **spinale**

(Per la trasmissione al talamo e alla corteccia delle informazioni sensitive provenienti dal tronco e dagli arti)

Due sistemi ascendenti fondamentali:

- 1. Colonne dorsali/lemnisco mediale** (la via più importante per il tatto discriminativo e la propriocezione cosciente)
- 2. Anterolaterale** (dolore, senso termico, tatto non discriminativo, prurito)
 - Vie sensitive con decorso longitudinale
 - Sono organizzate in modo molto simile
 - Si tratta di sistemi distinti che utilizzano fasci di fibre separati

Vie sensitive



A. Sistema sensitivo somatico spinale

Prima interruzione Sinaptica

Il primo neurone si interrompe in punti diversi:

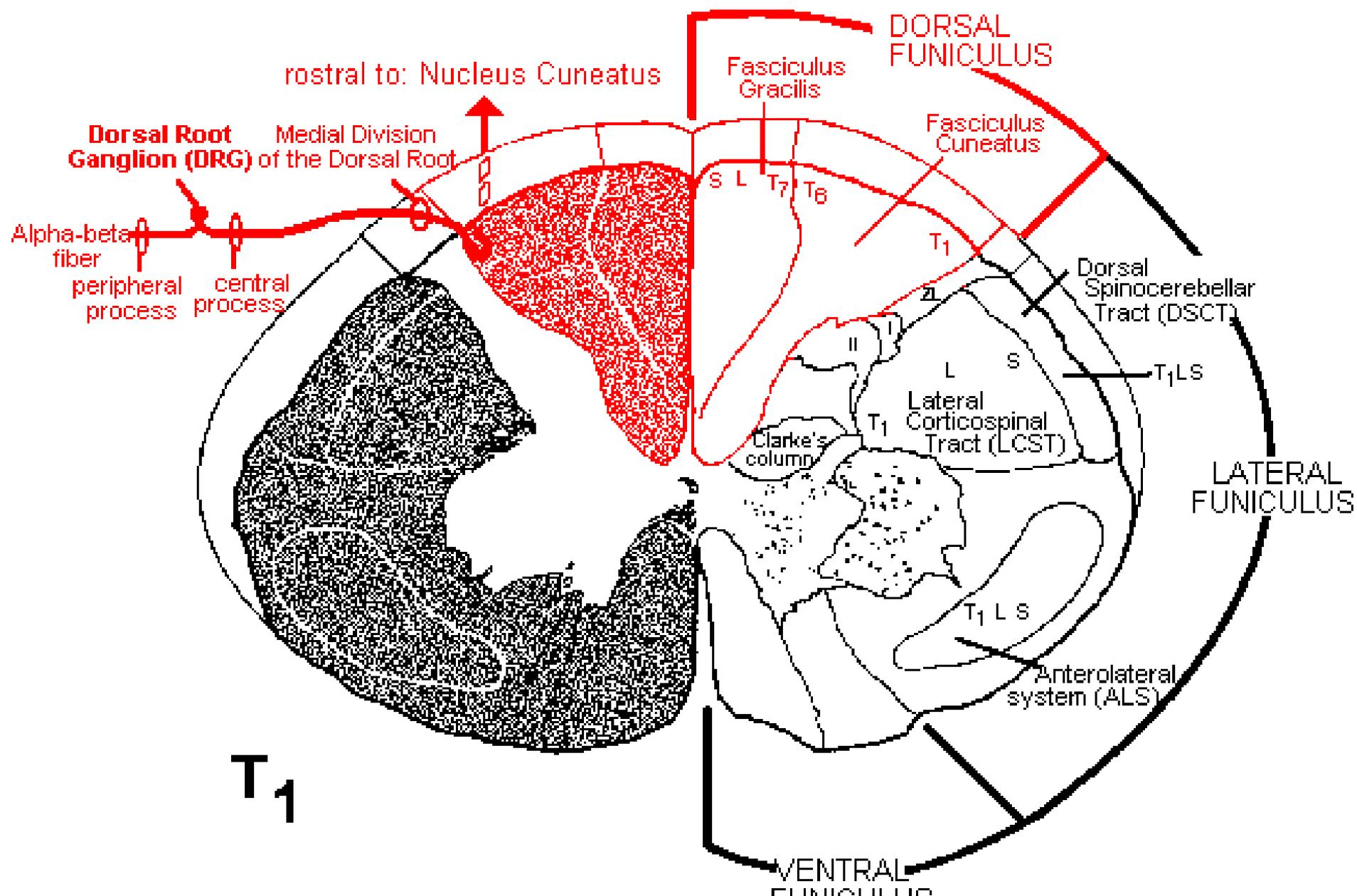
1. Colonne dorsali/lemnisco mediale:
sinapsi nei nuclei delle colonne dorsali (gracile e cuneato) situati nel bulbo
2. Anterolaterale:
sinapsi nei corni dorsali del midollo spinale

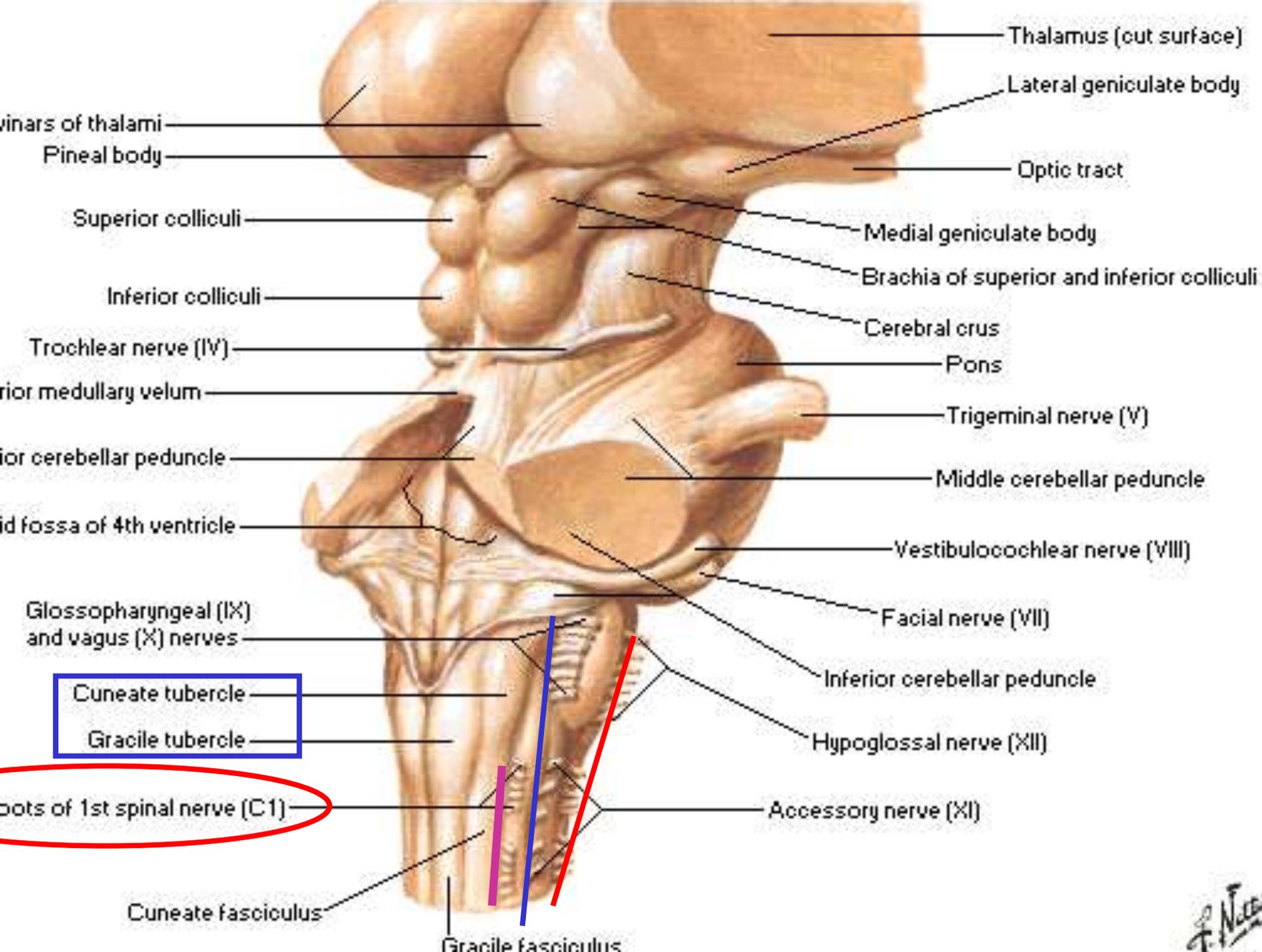
Sistema sensitivo somatico spinale

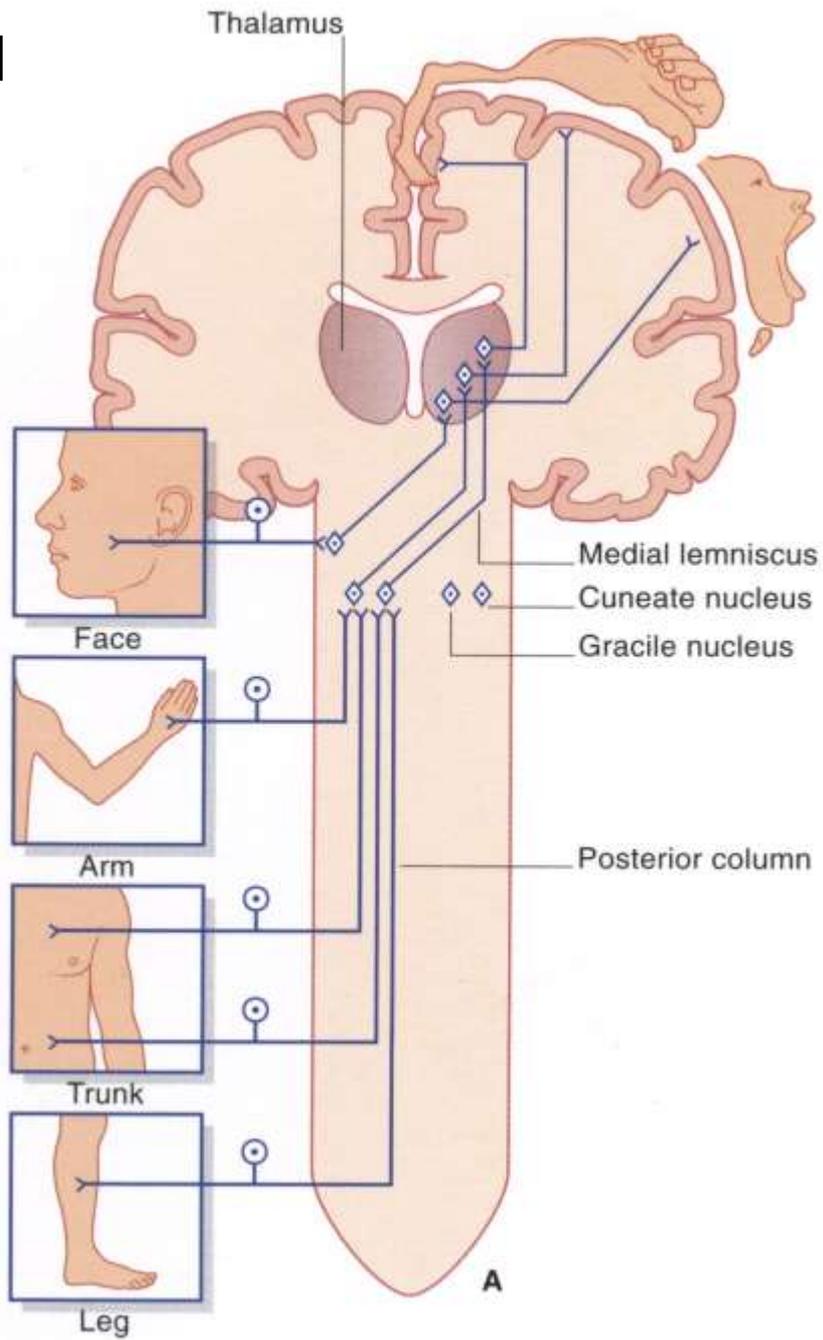
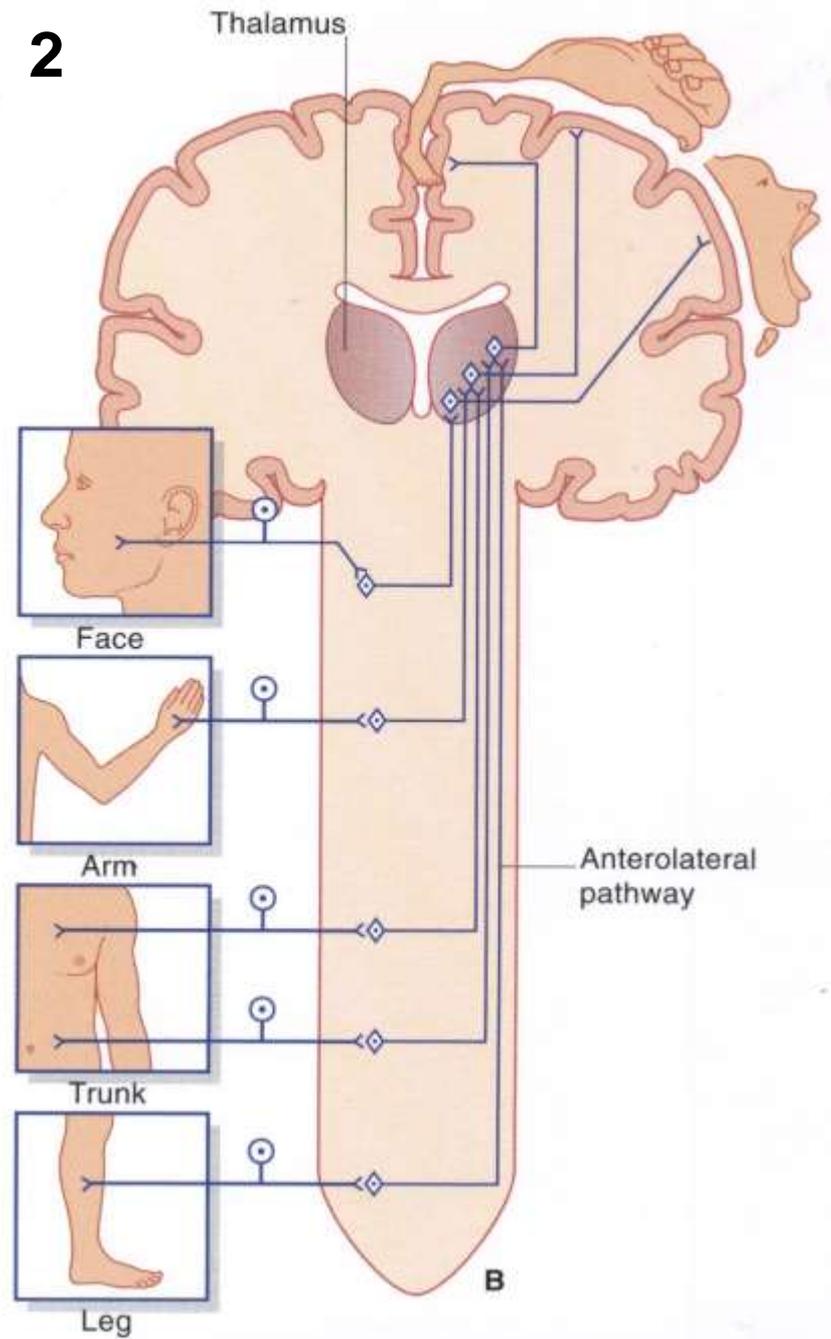
Decussazione:

I due sistemi decussano a diversi livelli:

1. Colonne dorsali/lemnisco mediale: nel
bulbo
2. Anterolaterale: nel
midollo





1**2**

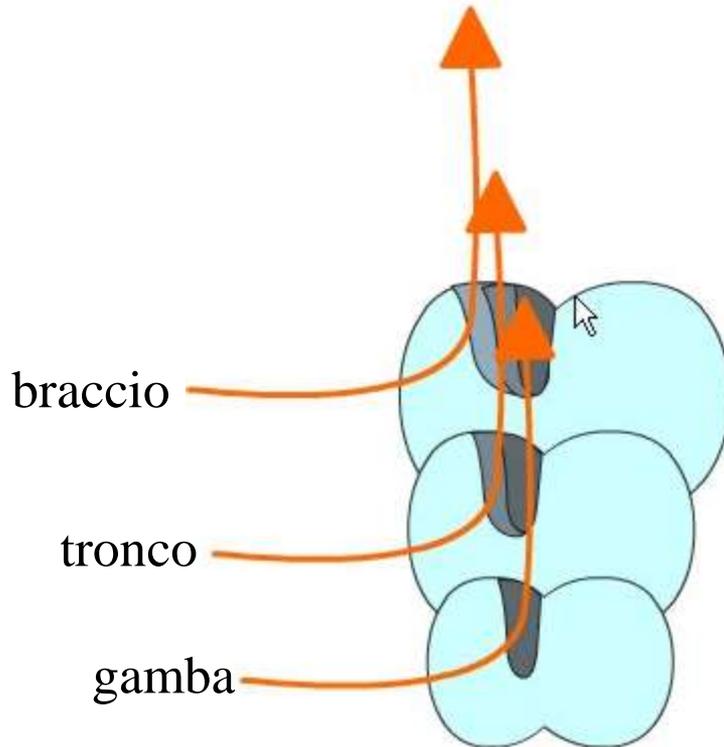
Somatotopia

Parti del corpo adiacenti sono rappresentate in zone adiacenti del SNC, sia a livello della via sensitiva che dei nuclei di relay che dell'area corticale di destinazione

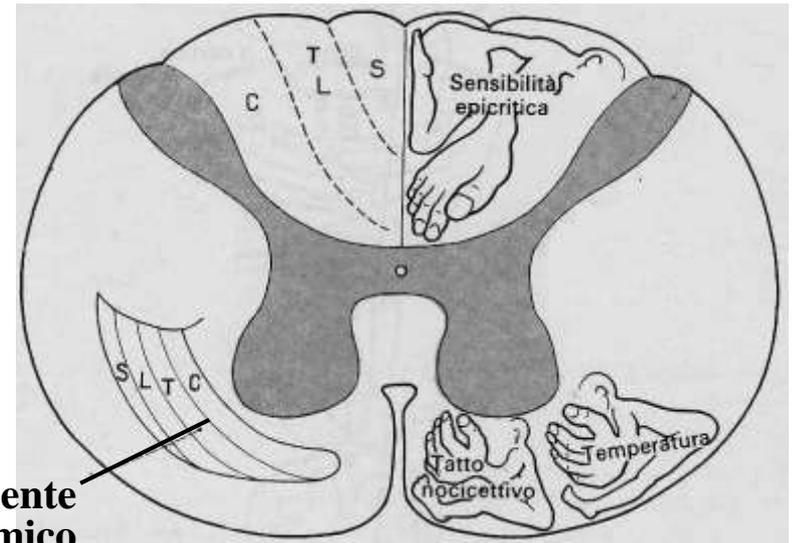
Disposizione somatotopica dei principali fasci ascendenti del midollo

Nel midollo spinale, le colonne dorsali (vie lemniscali) e ventro-laterali (vie spino-talamiche) hanno una organizzazione somatotopica.

Nei segmenti più in basso, si trovano le afferenze dalle gambe. Spingendosi più in alto lungo il midollo spinale nuove afferenze entrano lateralmente.



**Fascicoli gracile e cuneato
(vie ascendenti lemniscali)**



**Fascio ascendente
spino-talamico**

Seconda interruzione Sinaptica

Il secondo neurone dei due sistemi forma sinapsi in diversi nuclei o del tronco encefalico o del talamo

1. Colonne dorsali/lemnisco mediale: nel nucleo
Ventrale Posteriore Laterale /VPL del talamo

2. Anterolaterale: si formano 3 fasci
 - a) Spino-talamico
 - b) Spino-reticolare
 - c) Spino-mesencefalico

Seguiamo inizialmente il sistema dei fasci
Spino-reticolare e Spino-mesencefalico,
destinati a terminare nel TE....

2. Sistema anterolaterale

- b) Fascio spino-reticolare (o paleospinotalamico), ipsi e controlaterale.

Stabilisce sinapsi con vari nuclei della formazione reticolare del tronco cerebrale, da cui partono assoni per i nuclei non specifici del talamo, che proiettano diffusamente alla corteccia telencefalica.

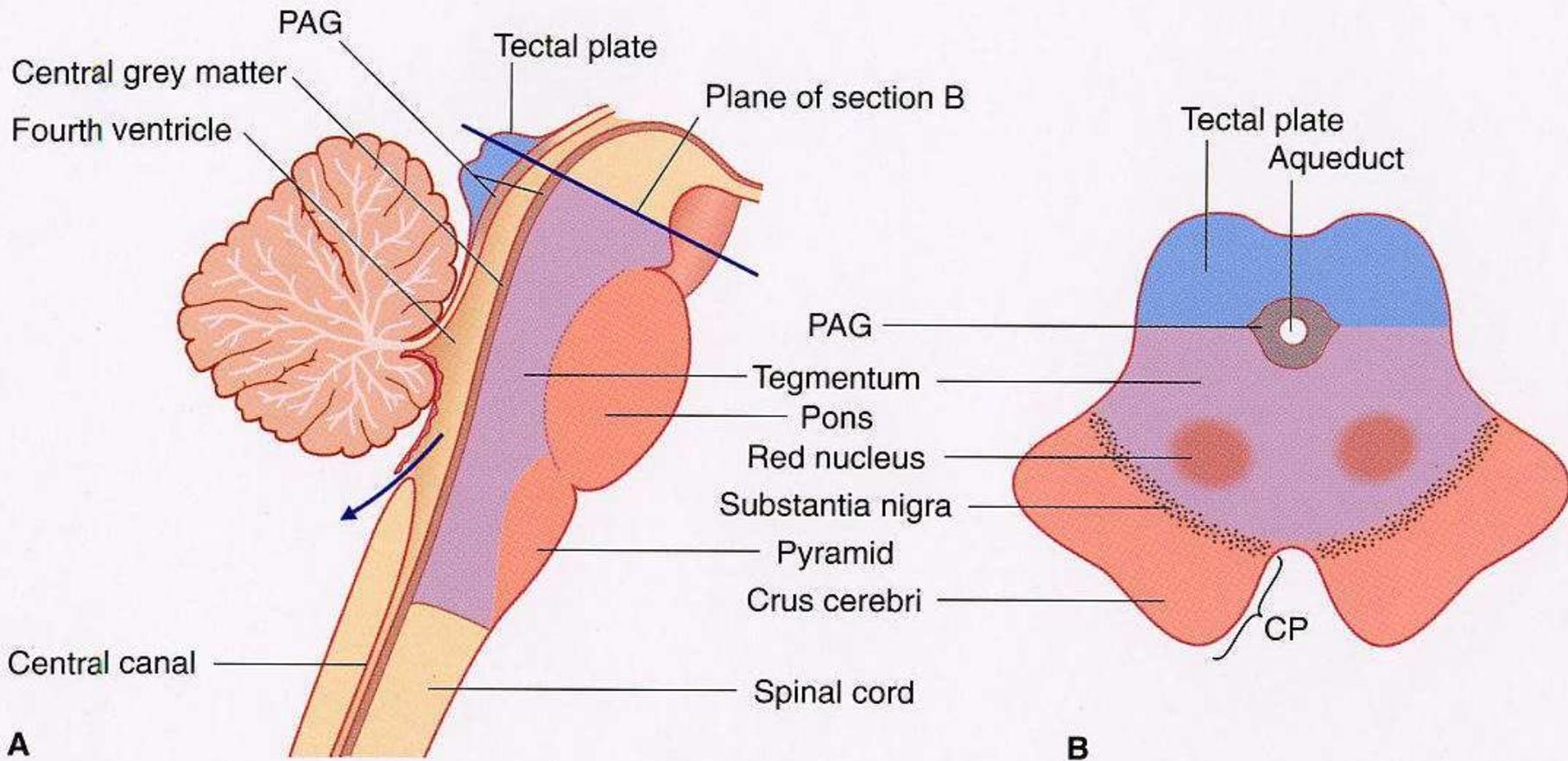
È implicato nella regolazione del livello di coscienza e dello stato di veglia, come pure regolazione delle risposte motorie automatiche innescate da stimoli dolorifici

2. Sistema anterolaterale

c) Fascio Spino-mesencefalico (tetto e grigio periacqueducatale)

Tetto: integrazione fra informazioni somatiche generali (e tra queste anche quelle dolorifiche) e informazioni visive e acustiche per orientare la testa e il corpo

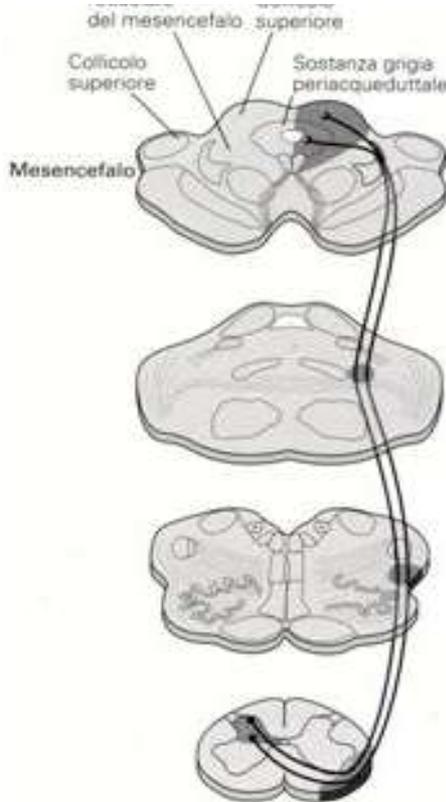
Grigio periacqueducatale: regolazione della trasmissione del dolore (e di altri ingressi sensitivi) a livello del midollo spinale



Nel tronco encefalico originano sistemi discendenti per la soppressione del dolore

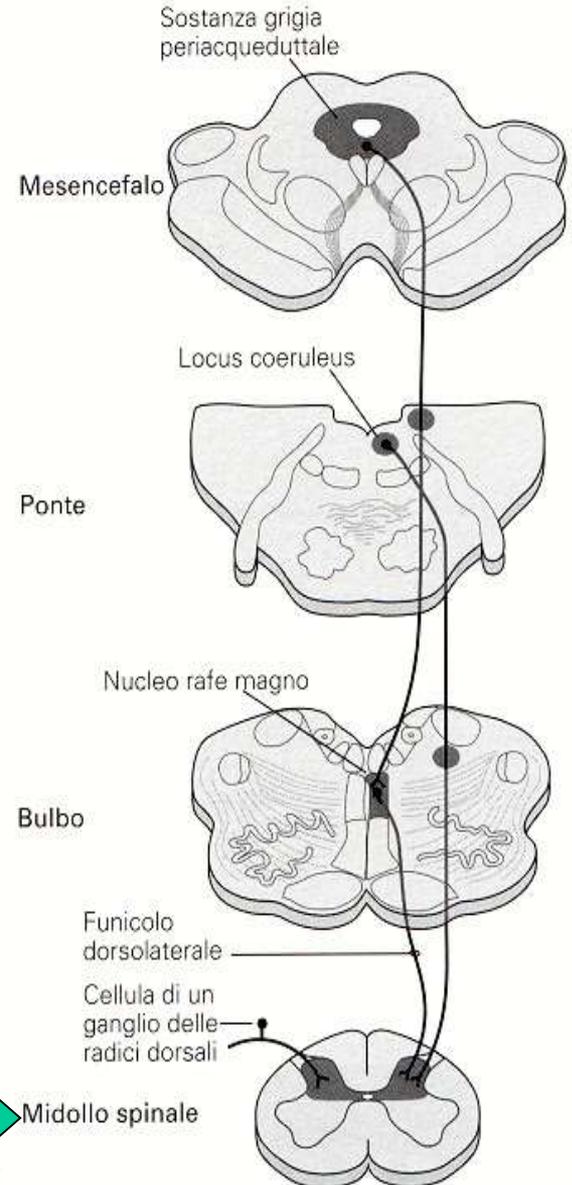
Sistema anterolaterale

c) Fascio spino-mesencefalico (al grigio periacqueduttale)



Il grigio periacqueduttale svolge un ruolo fondamentale nella percezione del dolore (anche come stazione che riceve dai centri diencefalici e telencefalici coinvolti nelle emozioni)

Inibizione diretta sui neuroni di proiezione o eccitazione di interneuroni inibitori

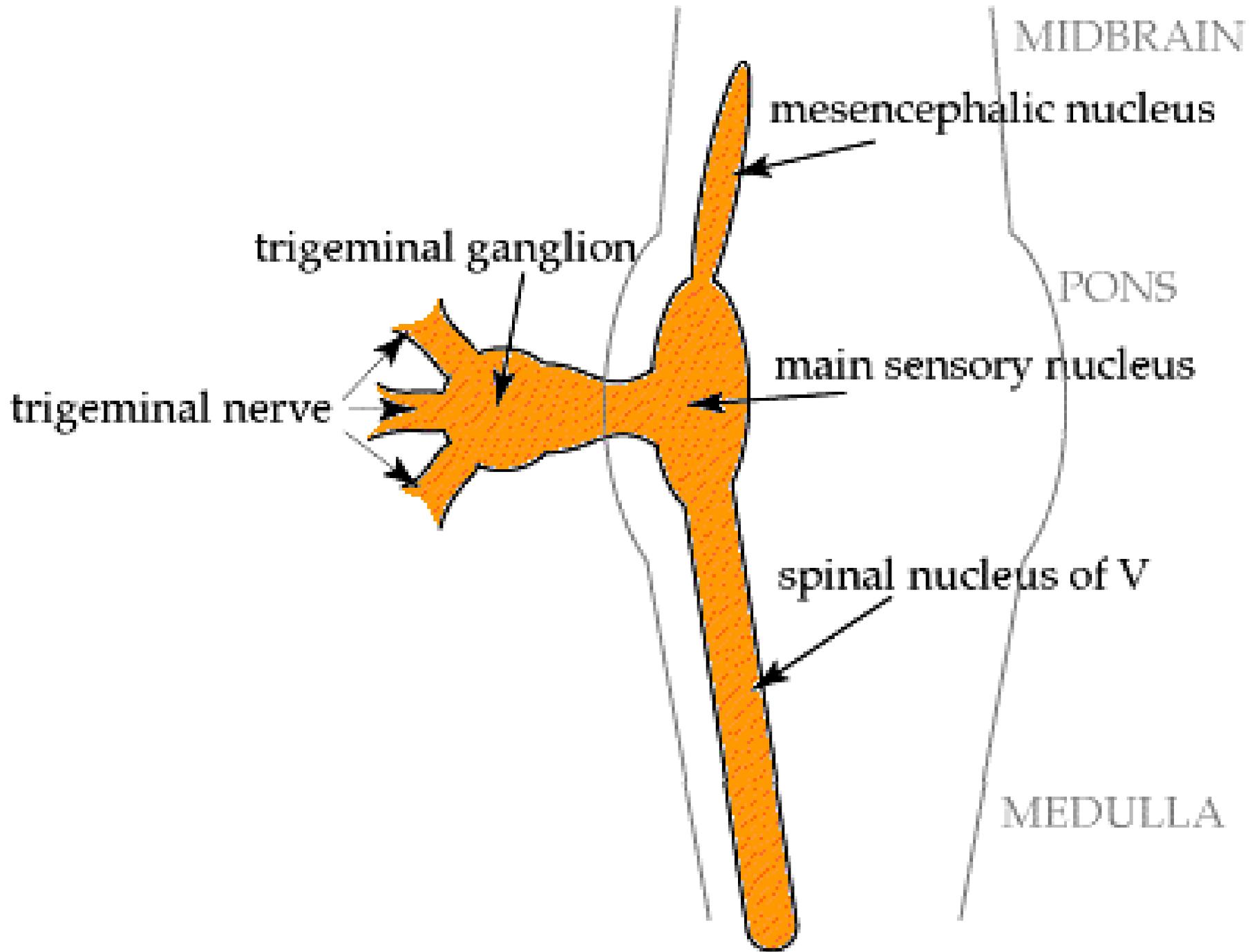


- Torniamo sistemi dorsale /lemniscate e neospino talamico.....

Tegmento

- Il tegmento si estende per tutta la lunghezza del tronco encefalico. Le principali strutture che formano il tegmento sono:
 - 1) la **formazione reticolare** (FR), al centro del tegmento
 - 2) i nuclei e le radici di 10 nervi cranici (dal III al XII)
 - 3) I nuclei propri del tronco (gracile, cuneato, olivari inf e sup, nn pontini, n del collicolo inferiore, nn e corteccia del collicolo superiore, n rosso, sostanza nera, area pretettale)
 - 4) **Le vie ascendenti e cioè: il lemnisco mediale, la via anterolaterale (fascio spinotalamico), le vie trigeminali, il fascicolo longitudinale mediale (FLM) e le vie acustiche**

- Nel tronco il fascio spinotalamico costituisce il lemnisco spinale, al quale si associano le fibre che portano informazioni dolorifiche e termiche dal volto, provenienti dalla parte inferiore del nucleo spinale del V, mentre al lemnisco mediale si associano i fasci originati dal nucleo proprio del V



MIDBRAIN

mesencephalic nucleus

trigeminal ganglion

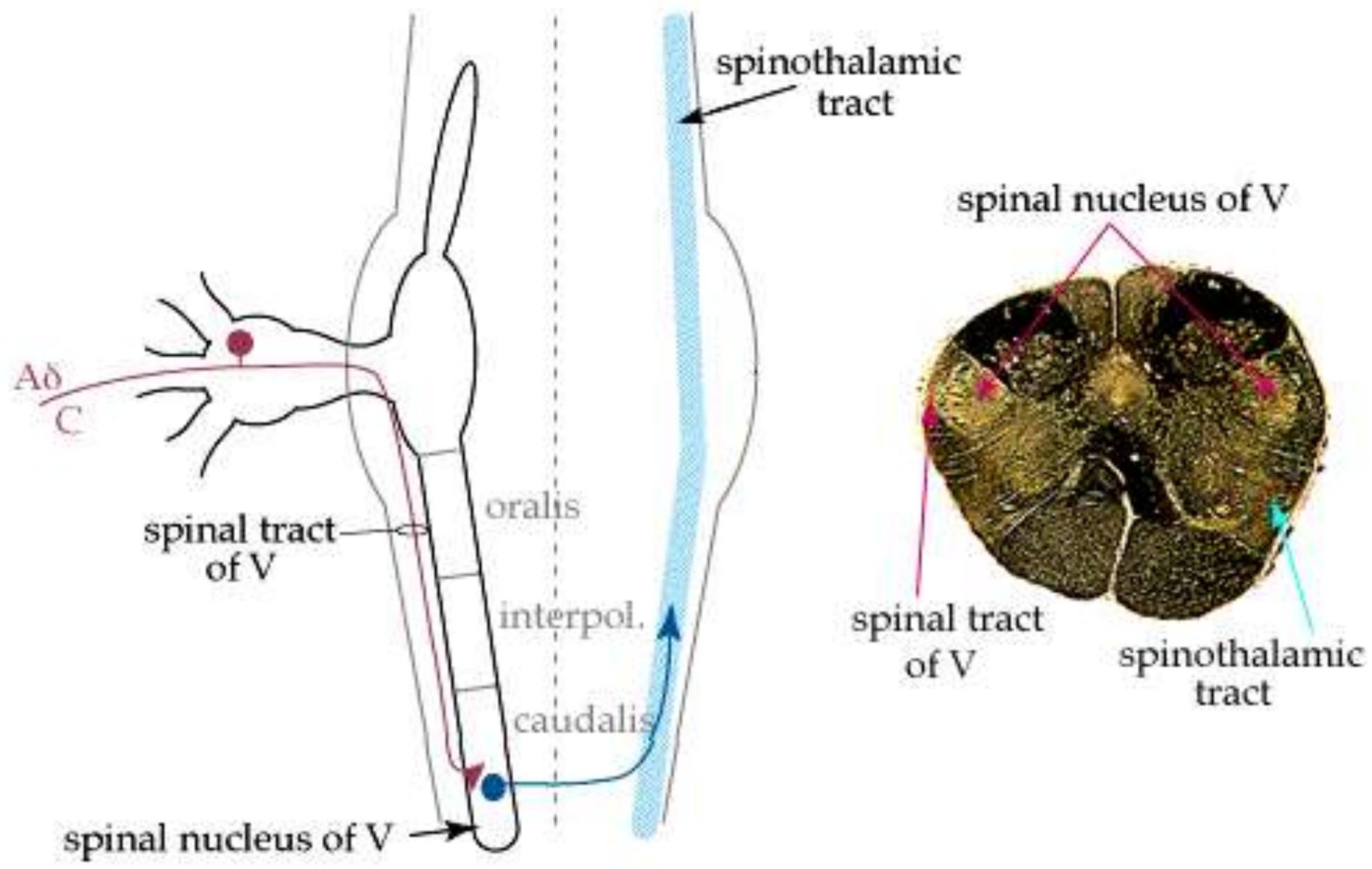
PONS

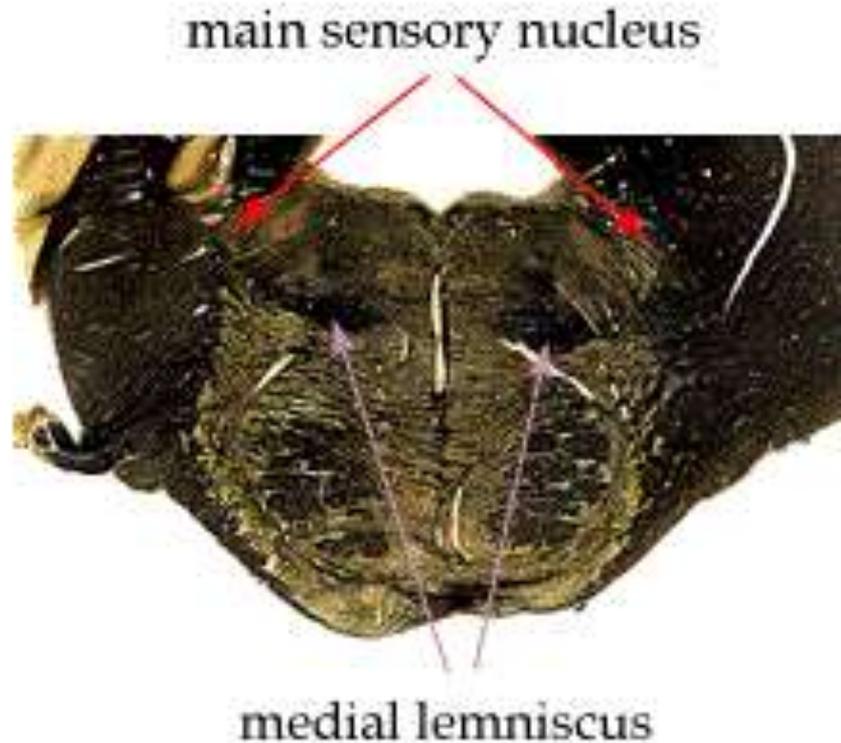
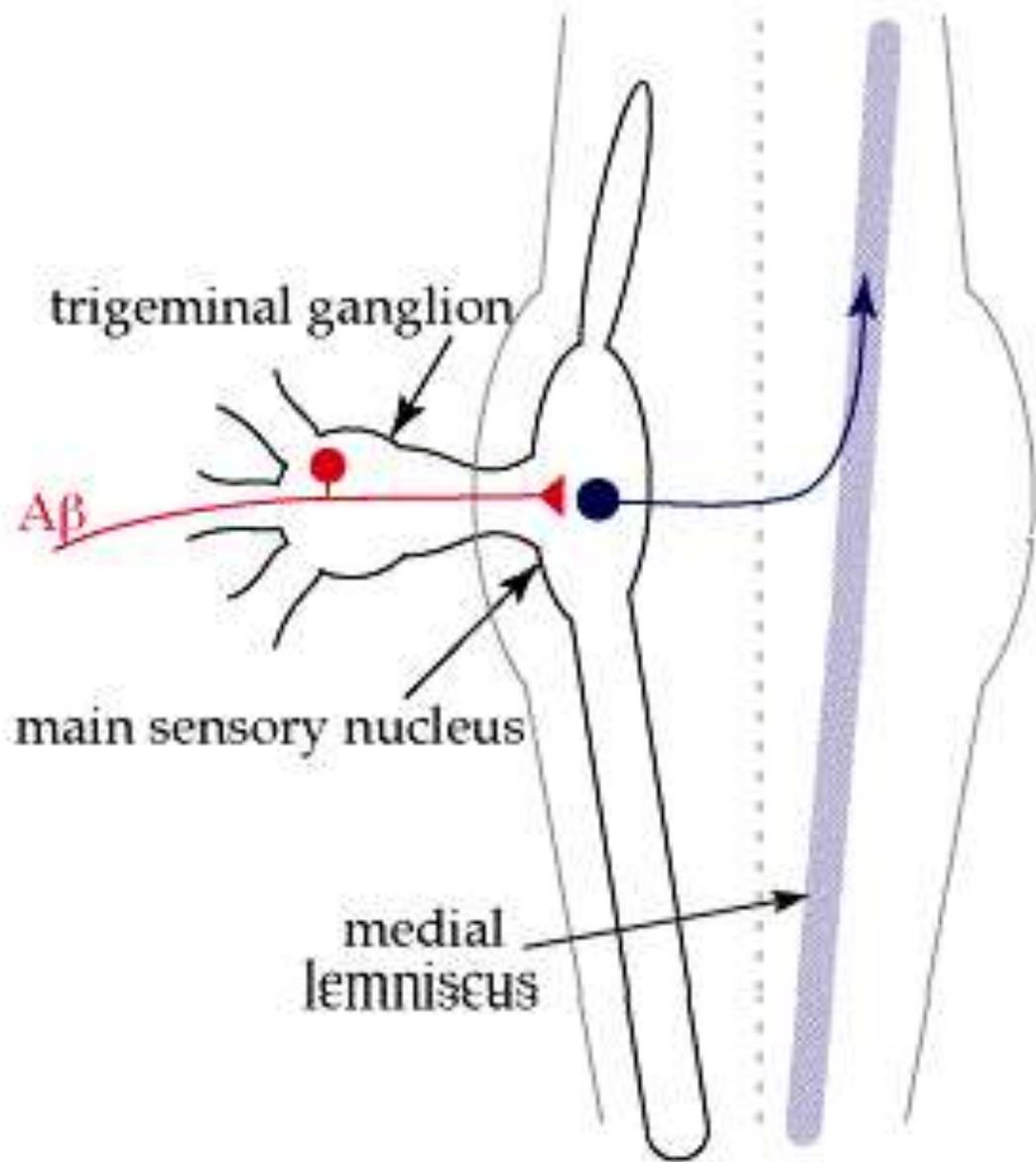
main sensory nucleus

trigeminal nerve

spinal nucleus of V

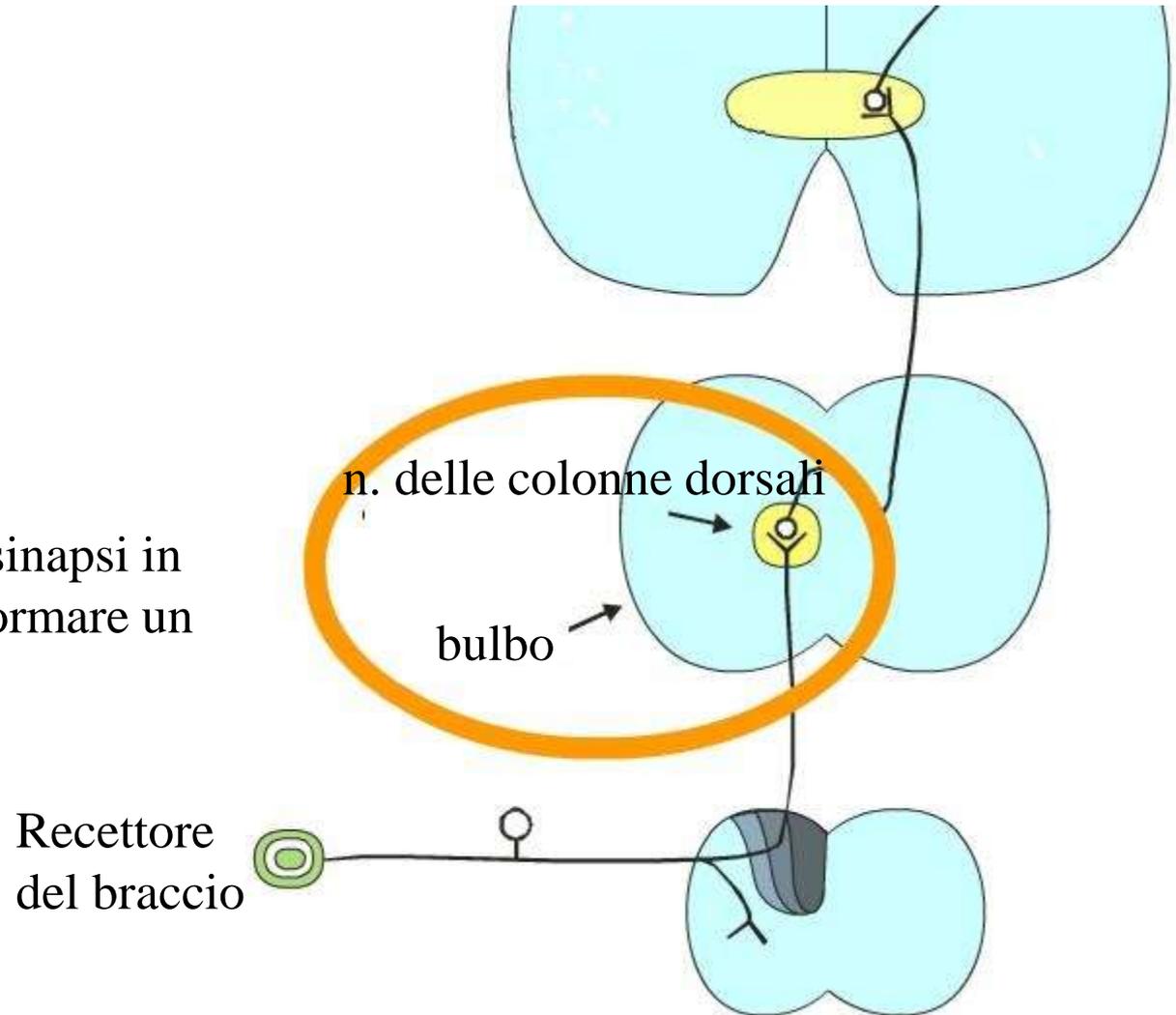
MEDULLA





A livello dei nuclei delle colonne dorsali i segnali in arrivo vengono ritrasmessi ed elaborati

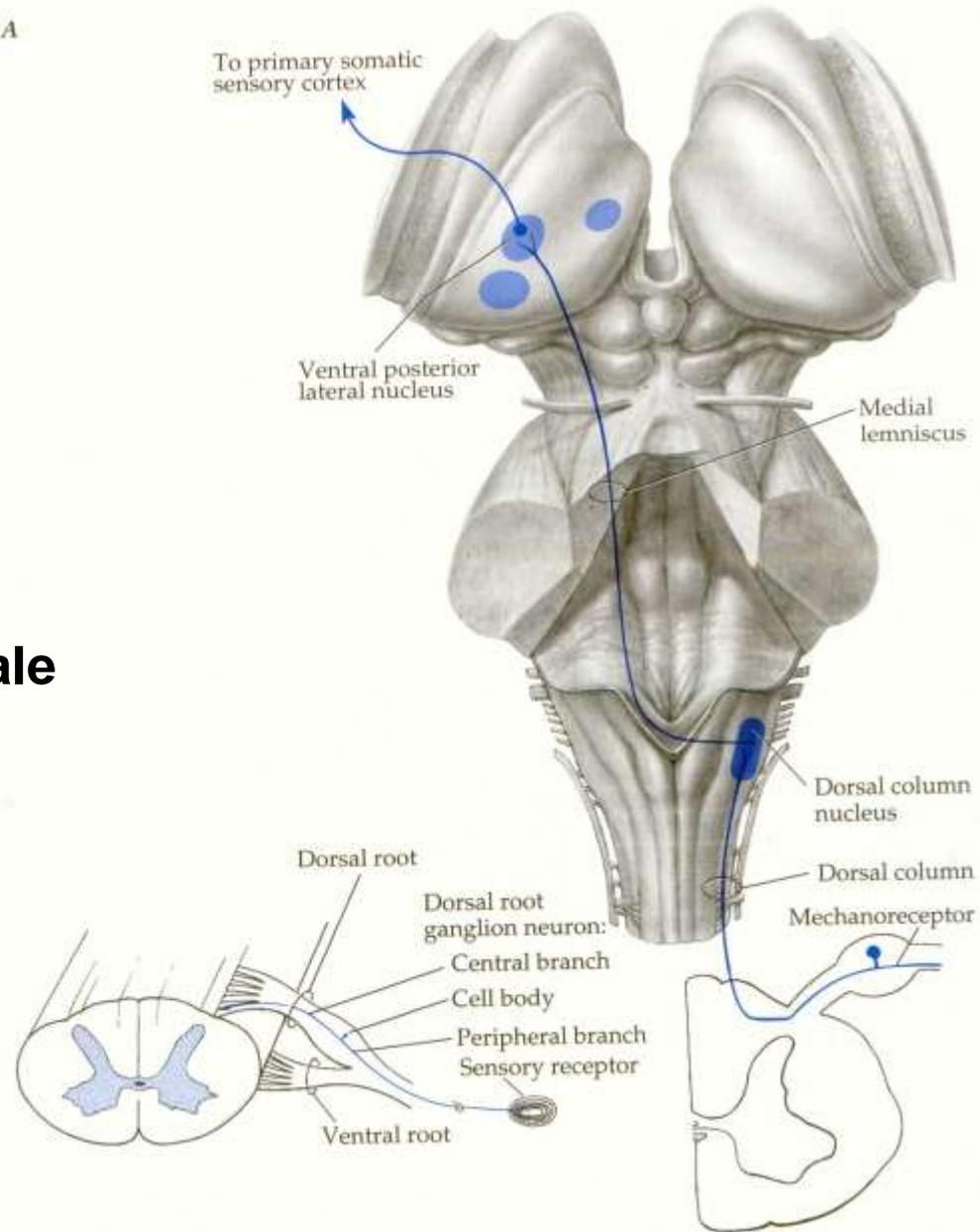
I neuroni formano sinapsi in un nucleo per trasformare un segnale in arrivo



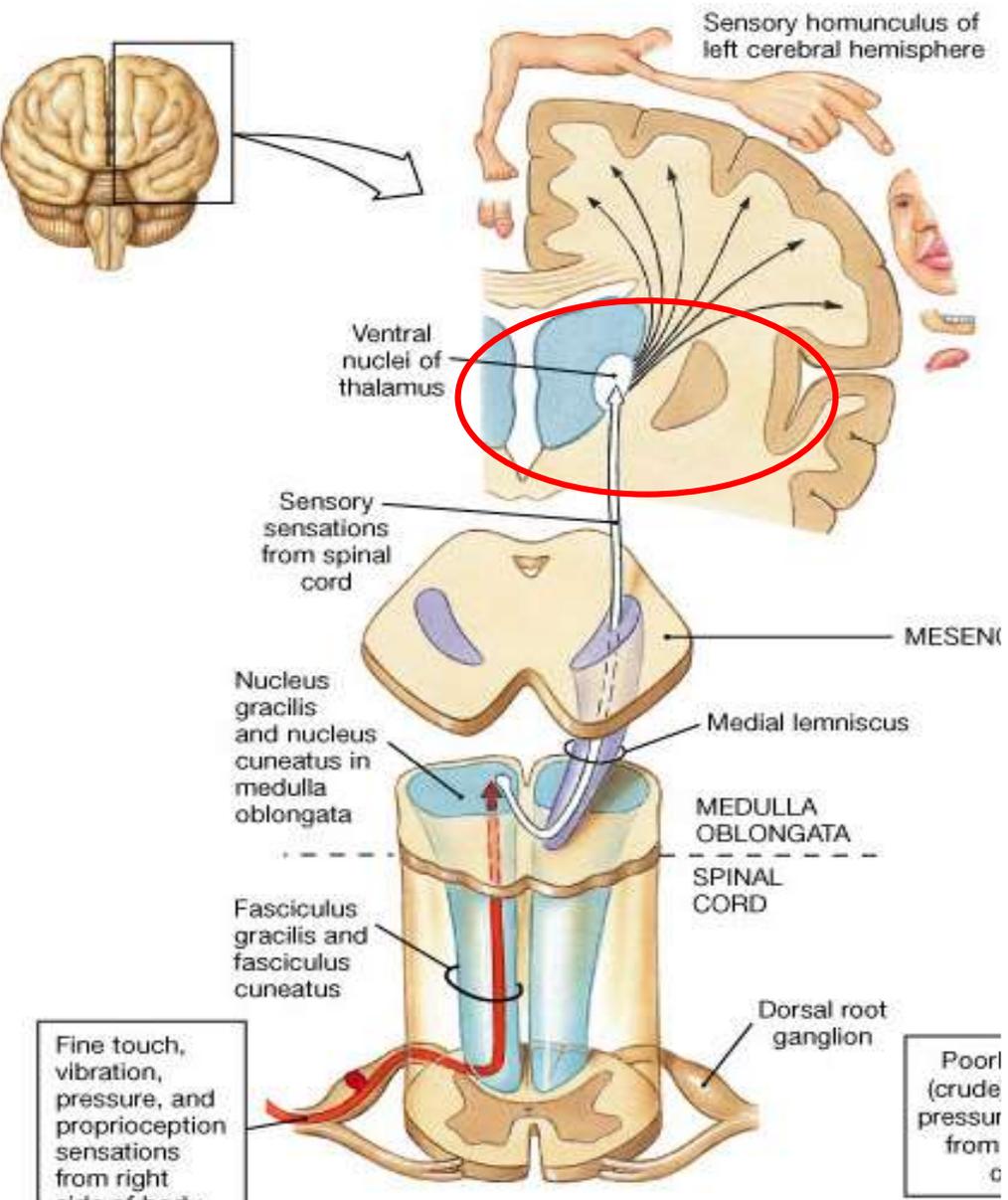
Ci sono tre distinte trasformazioni che hanno luogo nei nuclei delle colonne dorsali e che coinvolgono i campi recettivi: convergenza, inibizione periferica, gating corticale

Dorsal view of the brain stem without the cerebellum, illustrating the course of the dorsal column—medial lemniscal system (A) and the anterolateral system (B). Note that the decussating axons of the anterolateral system (B) cross the midline in the ventral commissure. The inset shows the dorsal root ganglion cell and the organization of the primary afferent fiber. The sensory receptor illustrated in the inset is a mechanoreceptor, a pacinian corpuscle.

1 . Colonne dorsali/lemnisco mediale



Vie sensitive

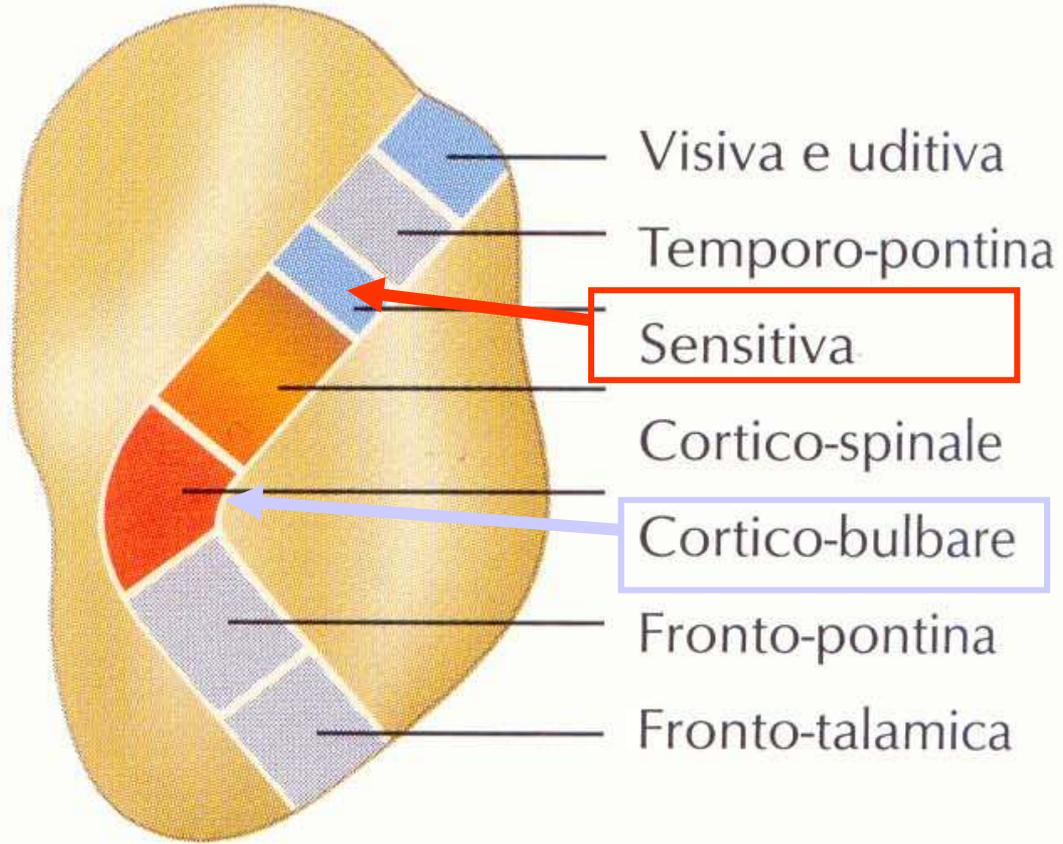


Fine touch, vibration, pressure, and proprioception sensations from right side of body

Poor (crude) pressure from c

(a) Posterior column pathway

Posteriore



Visiva e uditiva

Temporo-pontina

Sensitiva

Cortico-spinale

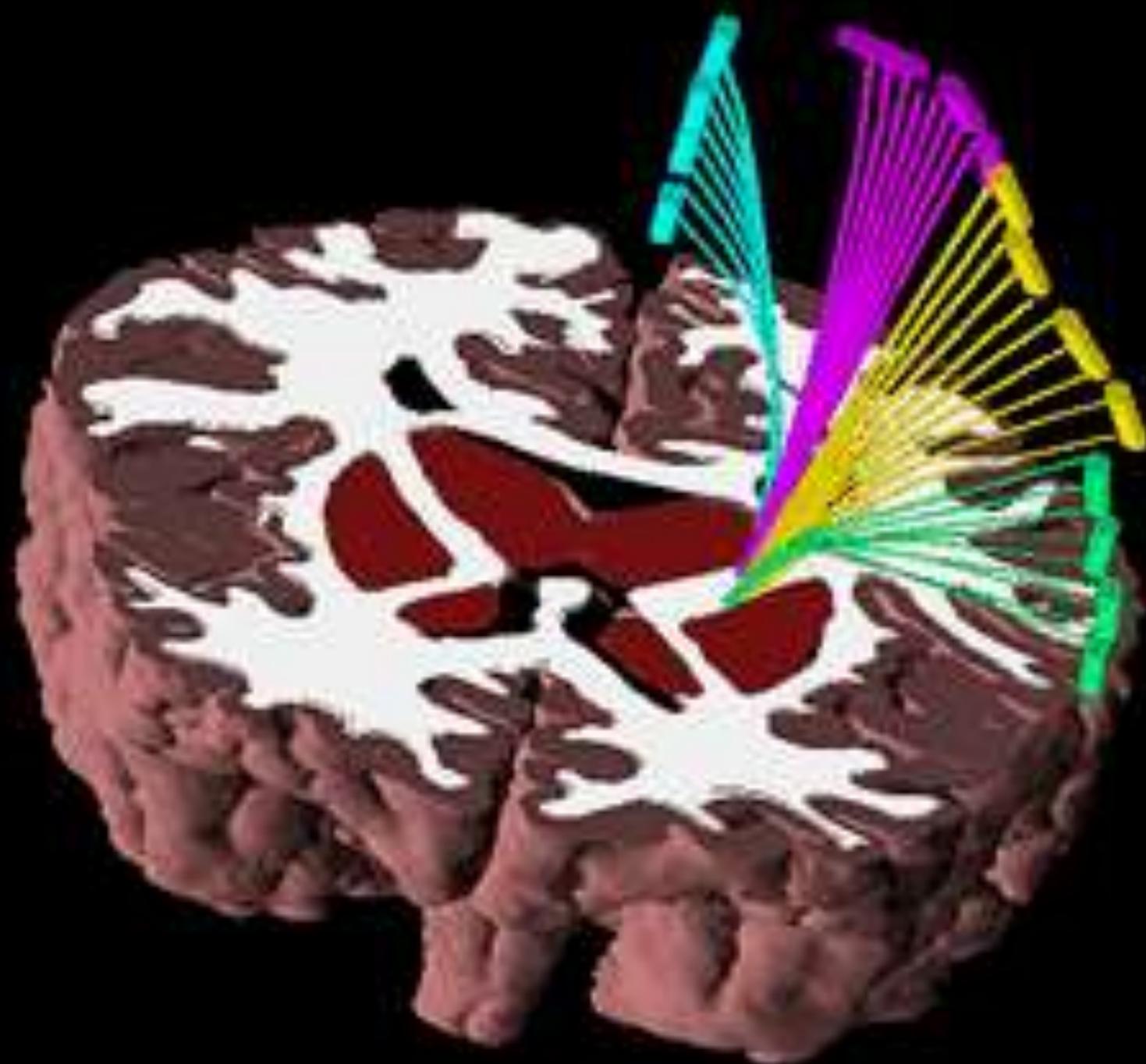
Cortico-bulbare

Fronto-pontina

Fronto-talamica

Anteriore

Sezione trasversale
attraverso la capsula
interna, che mostra
la localizzazione
delle vie principali



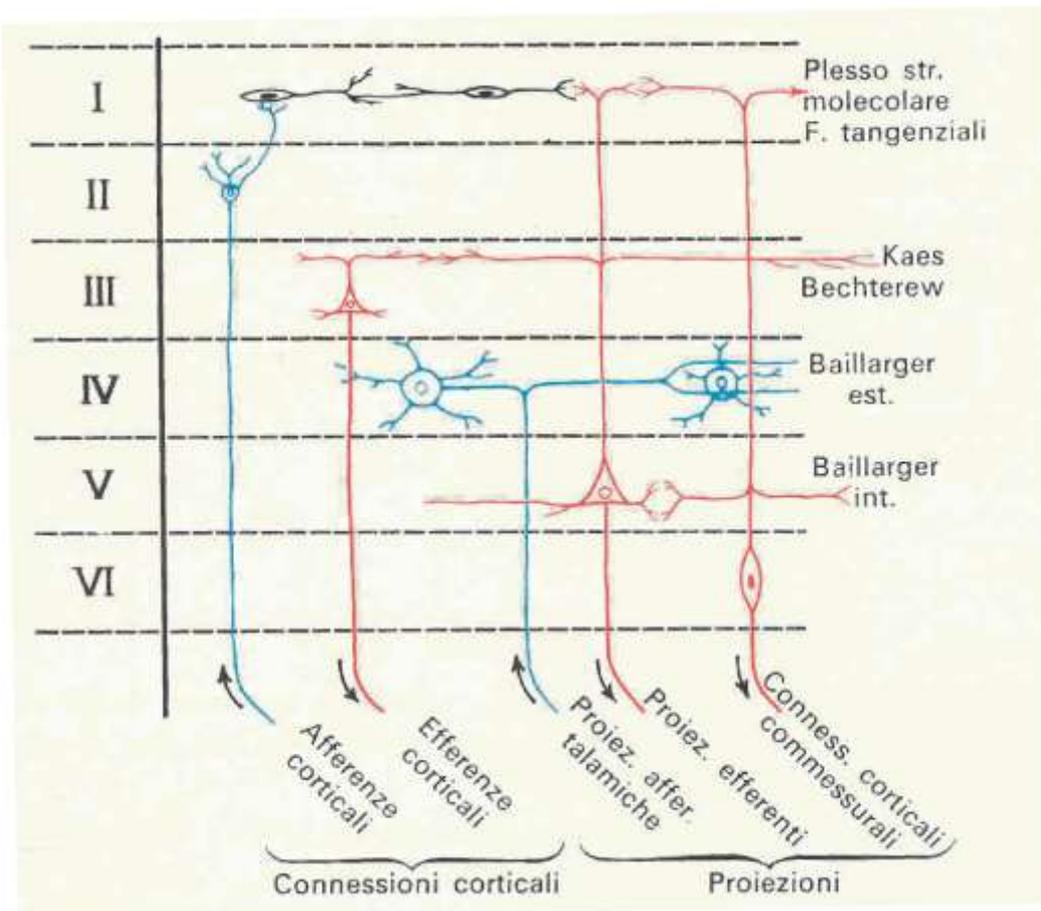
Organizzazione della corteccia cerebrale

La corteccia cerebrale è costituita da sei strati.

Le afferenze talamiche arrivano al IV strato.



Le fibre efferenti (motrici) partono dal V e VI strato



Esiste un'organizzazione colonnare dei neuroni con interconnessioni verticali tra i neuroni dei diversi strati

Caratteristica N. 1: Organizzazione somatotopica

Area somatosensitiva primaria

Posta nella regione posteriore alla **scissura di Rolando** (o **solco centrale**).

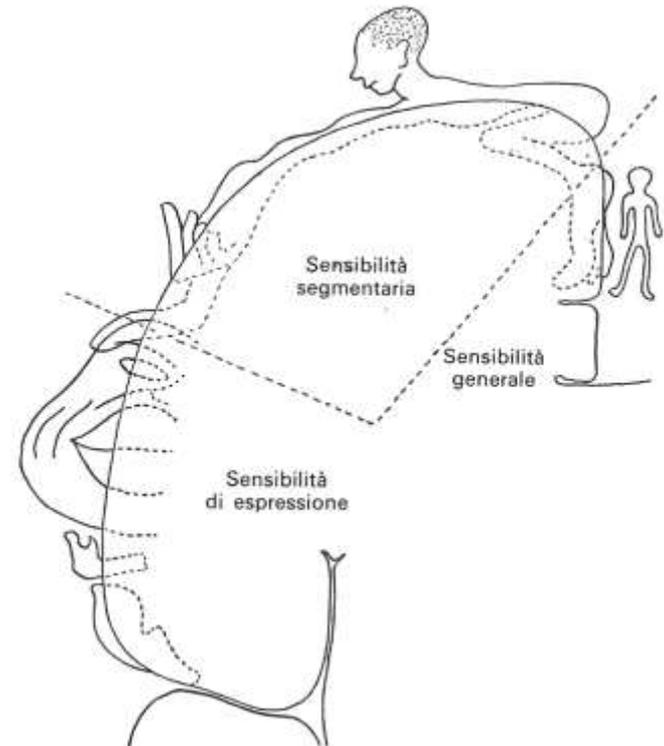
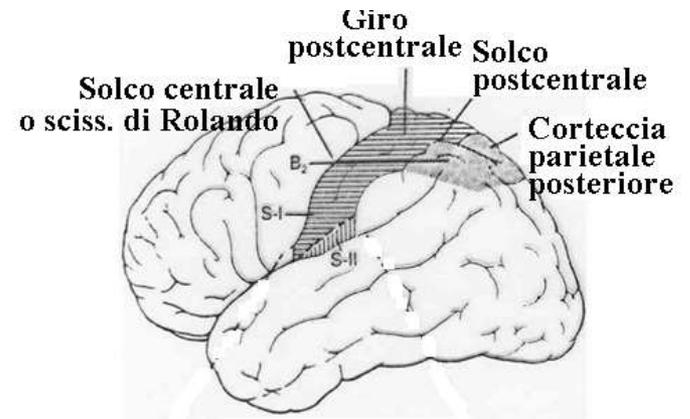
Esiste una rappresentazione somatotopica della superficie corporea. Ad essa afferiscono le vie lemniscali (**sensibilità epicritica fine**).

La superficie del corpo giace sequenzialmente giù per il giro postcentrale.

Questa mappa corporea è distorta, Il viso e la punta delle dita hanno rappresentazioni più ampie.

Tale distorsione riflette quella dei nuclei delle colonne dorsali.

La pelle della schiena ha una rappresentazione più piccola a causa dell'alta convergenza (e dei grandi campi recettivi) nei neuroni dei nuclei delle colonne dorsali.

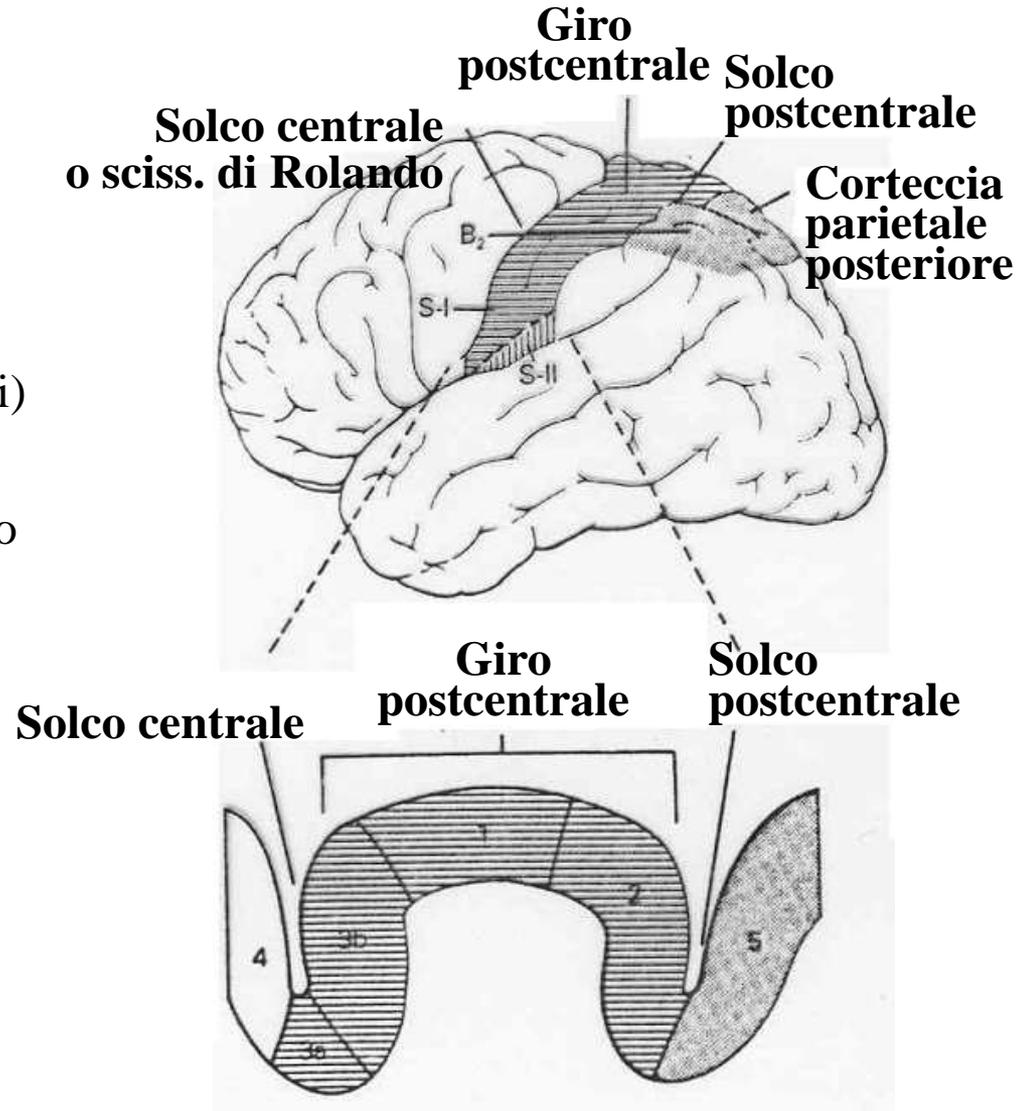


Caratteristica N. 2: esistenza di mappe multiple

La corteccia somatosensitiva è suddivisa in 4 strisce parallele: le aree 3a, 3b, 1 e 2.
Pertanto la mappa dell'omuncolo è ripetuta 4 volte

Essa è divisa in quattro regioni citoarchitettoniche:

- 1** ⇒ recettori a rapido adattamento (cute)
- 2** ⇒ recettori pressori e articolari (profondi)
- 3a** ⇒ recettori di stiramento dei muscoli
- 3b** ⇒ recettori a lento e rapido adattamento (cute)



1. Sistema colonne dorsali-lemnisco mediale

SINTESI

-fibre di grosso calibro originate da neuroni pseudounipolari dei gangli spinali, che formano ipsilateralmente i **fascicoli gracile** (mediale) e **cuneato** (laterale) nel cordone posteriore, i quali contraggono sinapsi con

-i **nuclei del fascicolo gracile e cuneato** a livello del bulbo, da cui origina il

-**lemnisco mediale**, che si incrocia a livello del bulbo e raggiunge il talamo (nucleo **VPL**), a cui fa seguito la

-**proiezione talamo-corticale** che attraverso il **braccio posteriore della capsula interna** giunge all'

-**area somatosensitiva primaria (S1)** posta nella circonvoluzione post-centrale e in parte anche alla **corteccia parietale posteriore**.

2. Sistema anterolaterale

Si formano 3 fasci:

- a) Spino-talamico
- b) Spino-reticolare
- c) Spino-mesencefalico

2. Sistema anterolaterale

a) Fascio Spino-talamico

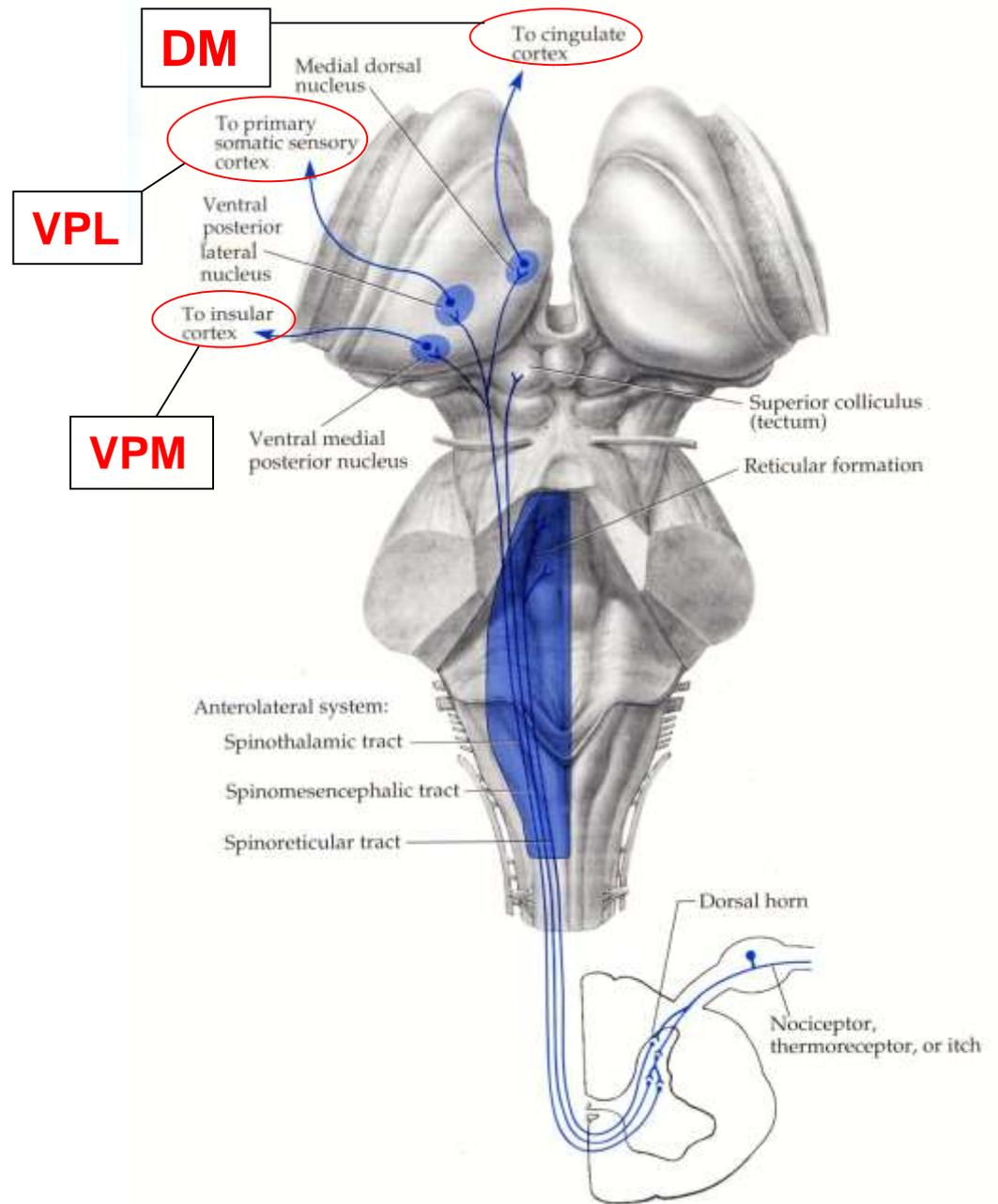
Principalmente dolore (e temperatura) con stazioni nei nuclei

- ventrale posteriore laterale/VPL
- ventrale posteriore mediale/VPM
- dorsale mediale/DM

2. Sistema anterolaterale

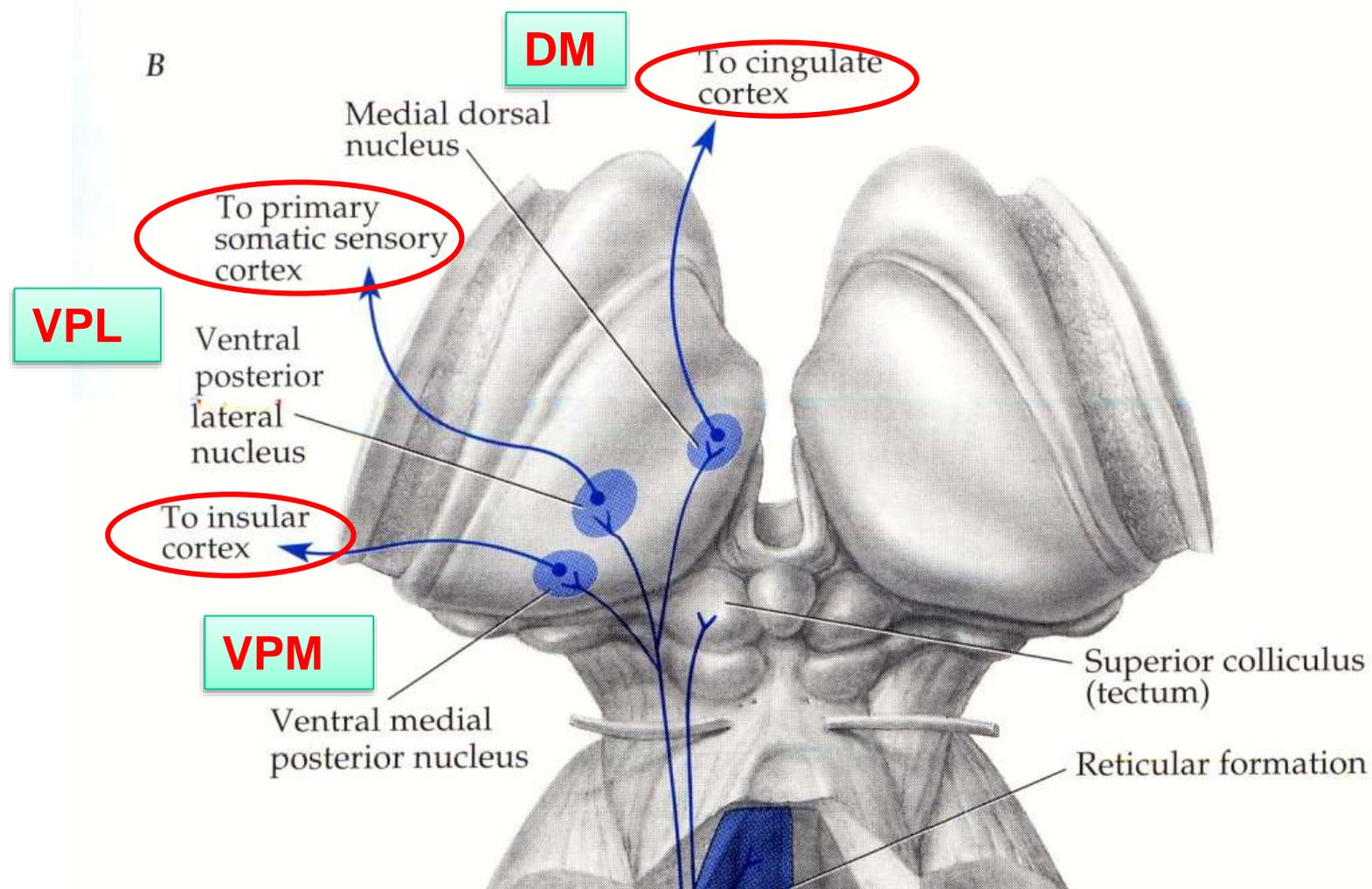
a) Fascio spino-talamico

(e relative proiezioni corticali)



2. Sistema anterolaterale

a) Fascio spino-talamico (e relative proiezioni corticali)



2. Sistema anterolaterale

Proiezioni corticali del dolore

- Alla corteccia somatosensitiva primaria (localizzazione della sede dello stimolo dolorifico, percezione della sua intensità,...)
- Corteccia insulare e del cingolo
 - risposte comportamentali e autonome = contenuto emozionale/reattivo del dolore
 - memoria legata al dolore

SISTEMA LIMBICO



2. Sistema antero-laterale

SINTESI

Origina con fibre di piccolo calibro, che prendono rapporto con interneuroni e neuroni di proiezione del midollo spinale (delle lamine I-II e III-VI), da cui originano assoni che si incrociano già nel midollo spinale ed ascendono nel funicolo controlaterale. E' costituito da tre fasci principali:

-spino-talamico (o neospinotalamico, esclusivamente controlaterale). Proietta prevalentemente a **VPL**, ma anche a **VPM** e **DM**, del talamo e da qui alla corteccia **S1** o altre zone corticali associabili al sistema limbico)

-spino-reticolare (o paleospinotalamico, ipsi e controlaterale). Stabilisce sinapsi con vari nuclei della **formazione reticolare del tronco cerebrale** (ponte e bulbo), da cui partono assoni per i **nuclei a proiezione diffusa del talamo (nuclei intralaminari)**, che proiettano diffusamente alla corteccia telencefalica

-spino-mesencefalico (ipsi e controlaterale). Stabilisce sinapsi con

> i collicoli superiori

> i nuclei della formazione reticolare mesencefalica (compreso il grigio periacqueduttale). Da queste componenti della formazione reticolare partono assoni per **l'ipotalamo e per i nuclei a proiezione diffusa del talamo**; inoltre, da queste formazioni grigie origina un **sistema discendente** deputato principalmente al controllo delle afferenze dolorifiche

FINE

Vie sensitive

- **1) Sistema delle colonne dorsali**
 - **Tatto fine e discriminativo**
 - **Propriocezione conscia**

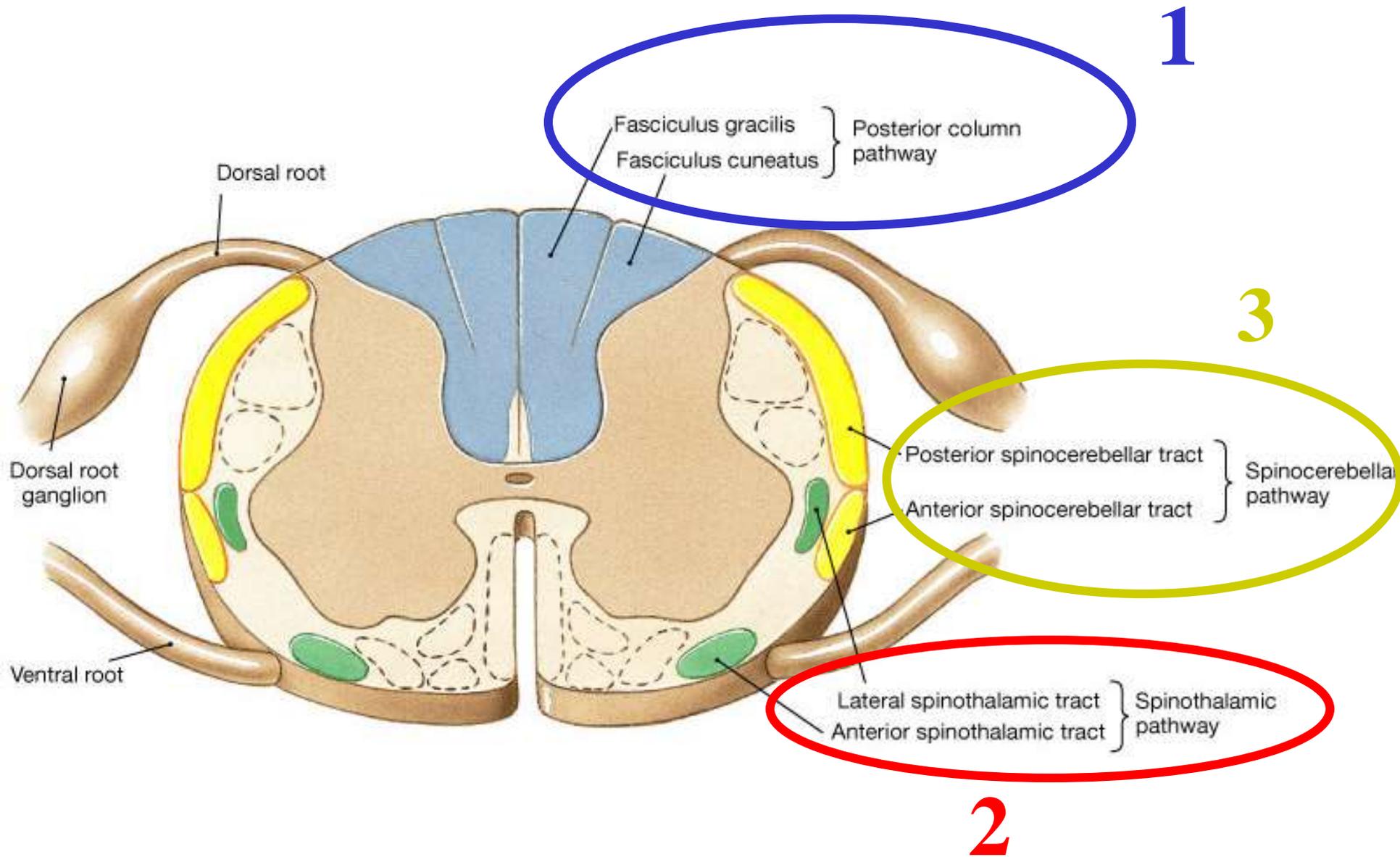
- **2) Fascio Spinotalamico**
 - **Dolore e temperatura**

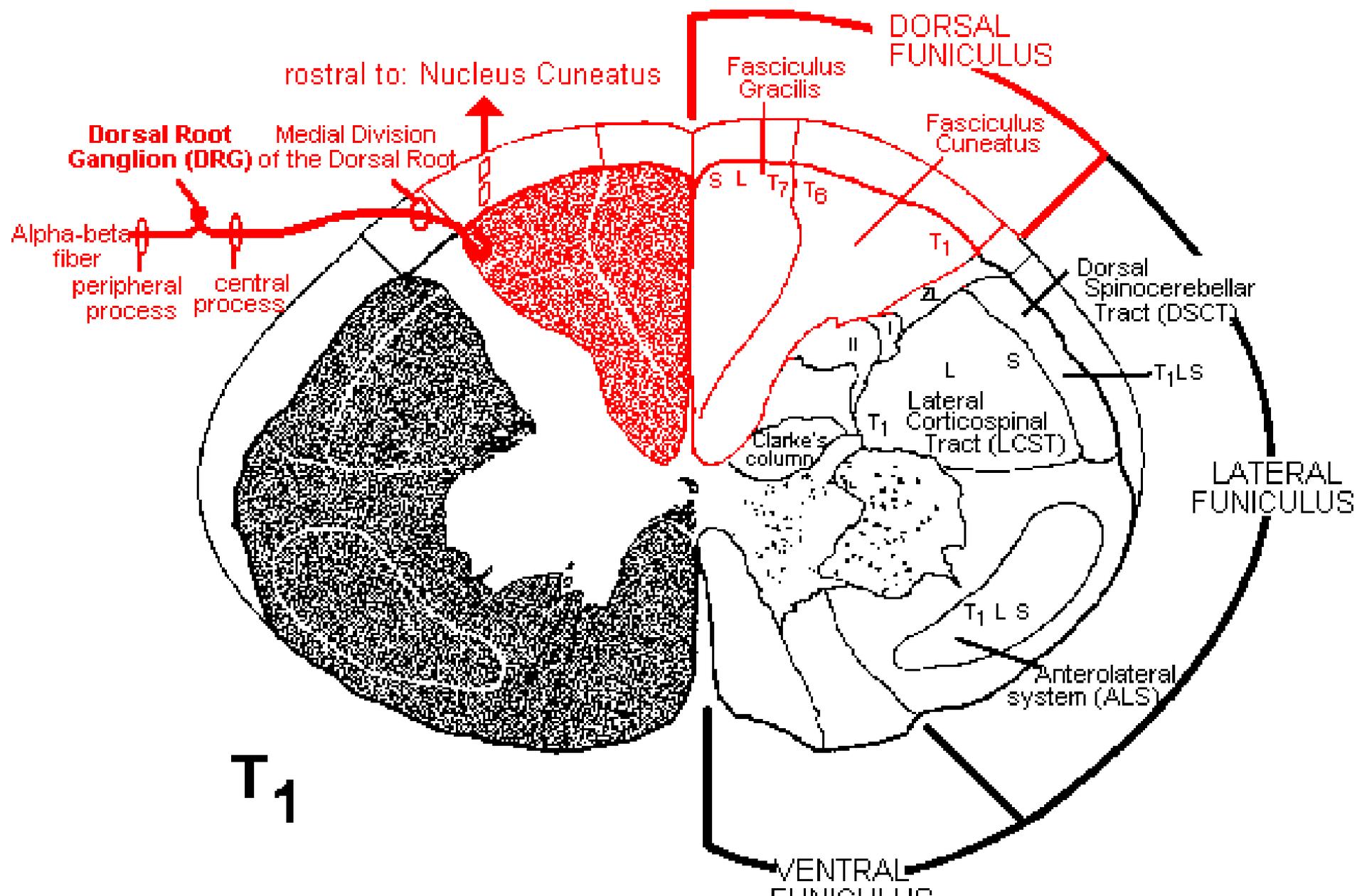
- **3) Fascio Spinocerebellare**
 - **Propriocezione inconscia**

Sistema delle colonne dorsali

- Trasmette informazioni dai **meccanocettori** e **propriocettori** alla corteccia somatosensitiva
- **Decussa nel bulbo**
- Fascicolo gracile/nucleo gracile/ Talamo
Fascicolo cuneato /nucleo cuneato/ Talamo

Vie sensitive

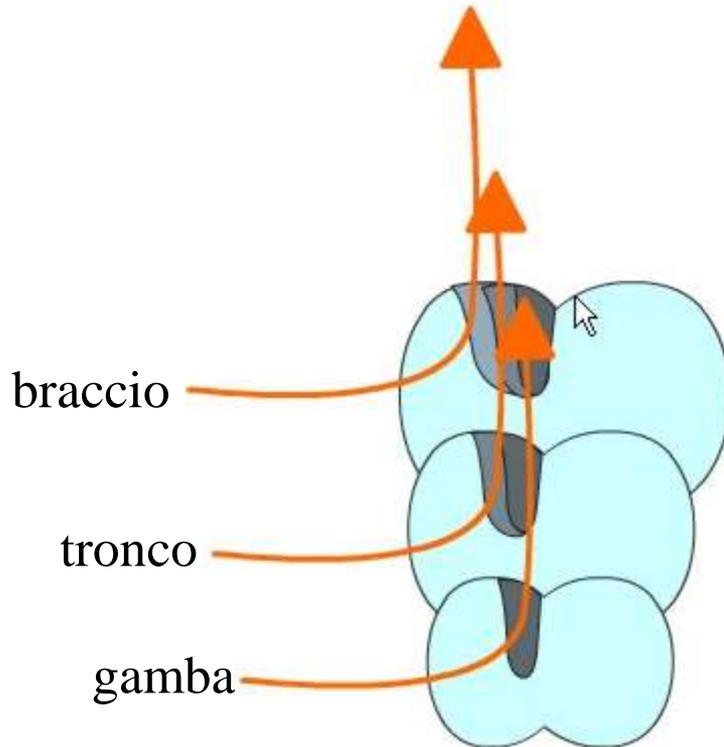




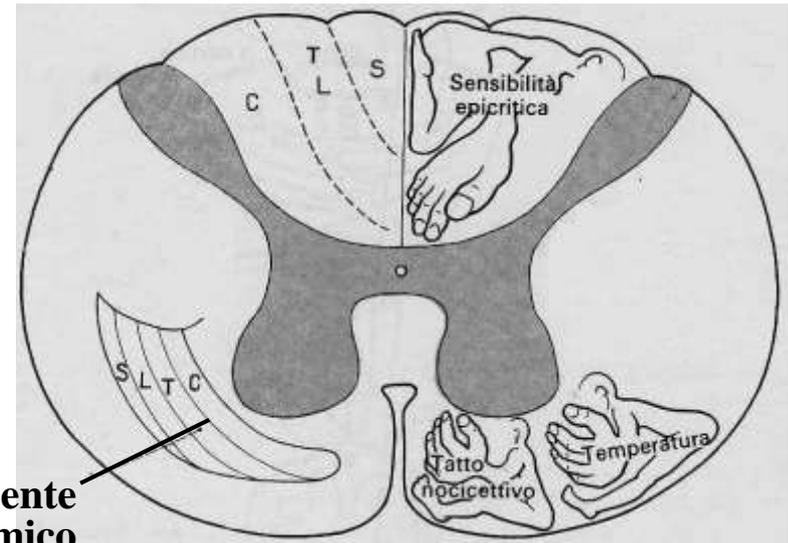
Disposizione somatotopica dei principali fasci ascendenti del midollo

Nel midollo spinale, le colonne dorsali (vie lemniscali) e ventro-laterali (vie spino-talamiche) hanno una organizzazione somatotopica.

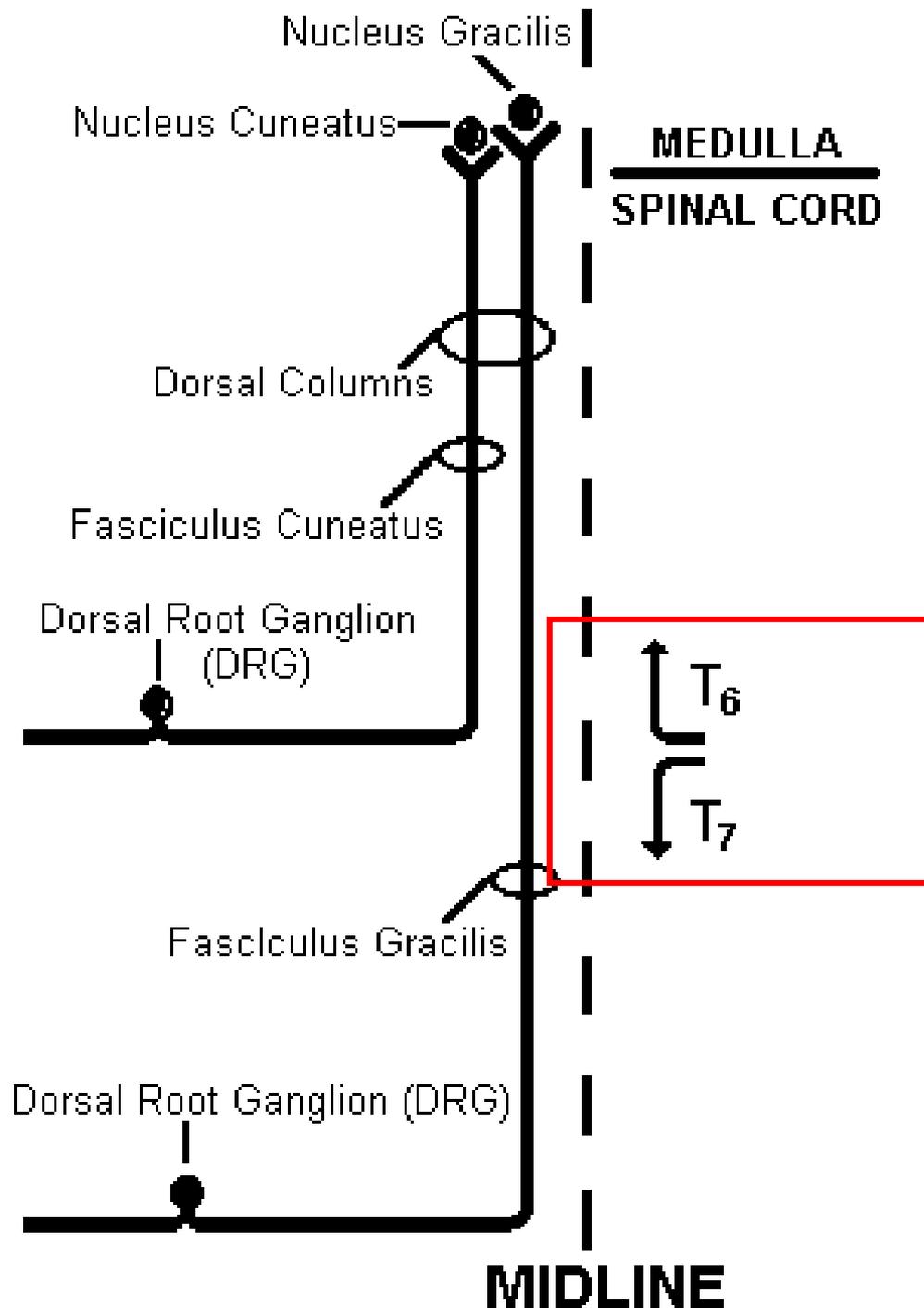
Nei segmenti più in basso, si trovano le afferenze dalle gambe. Spingendosi più in alto lungo il midollo spinale nuove afferenze entrano lateralmente.

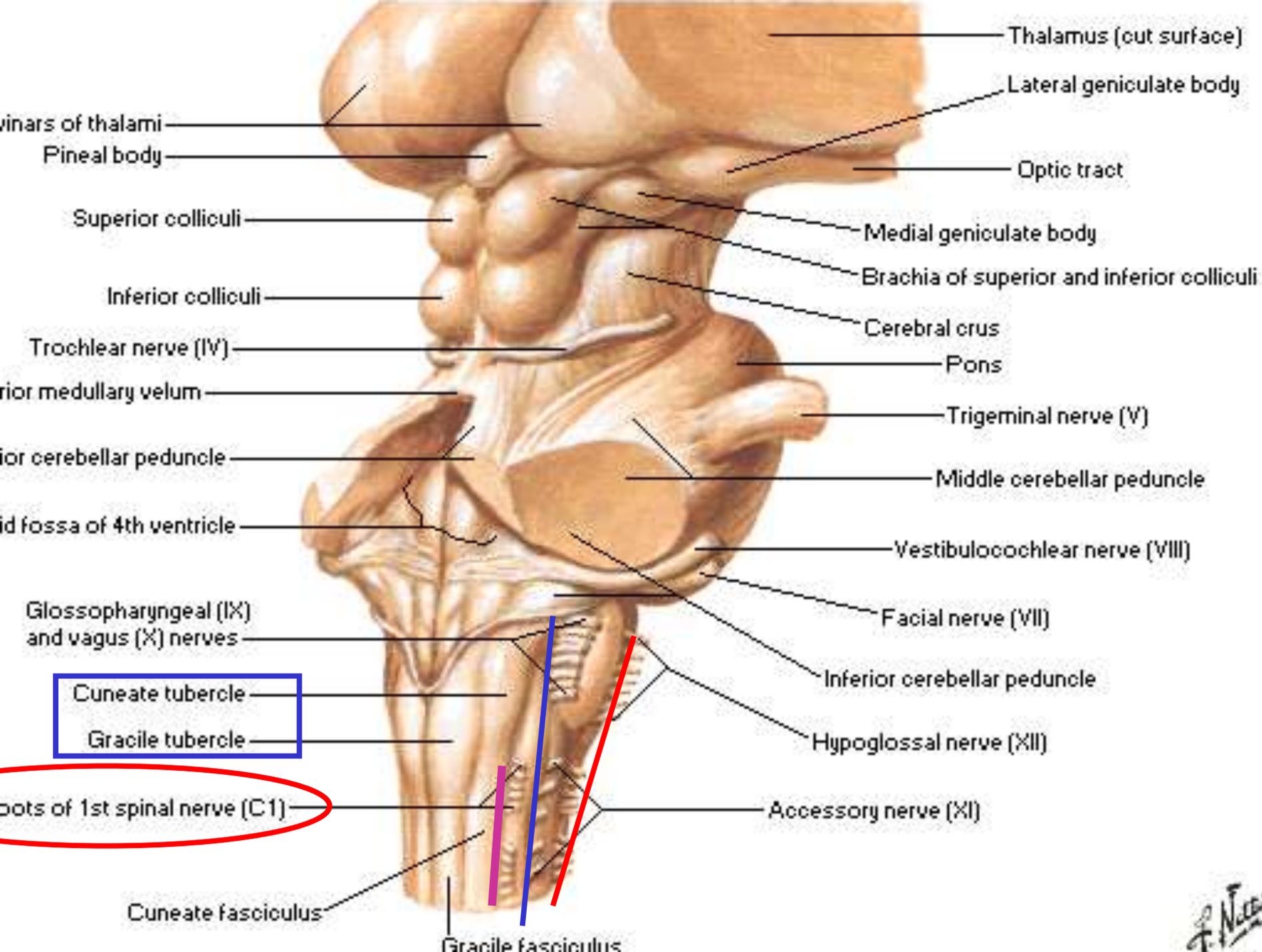


Fascicoli gracile e cuneato (vie ascendenti lemniscali)



Fascio ascendente spino-talamico

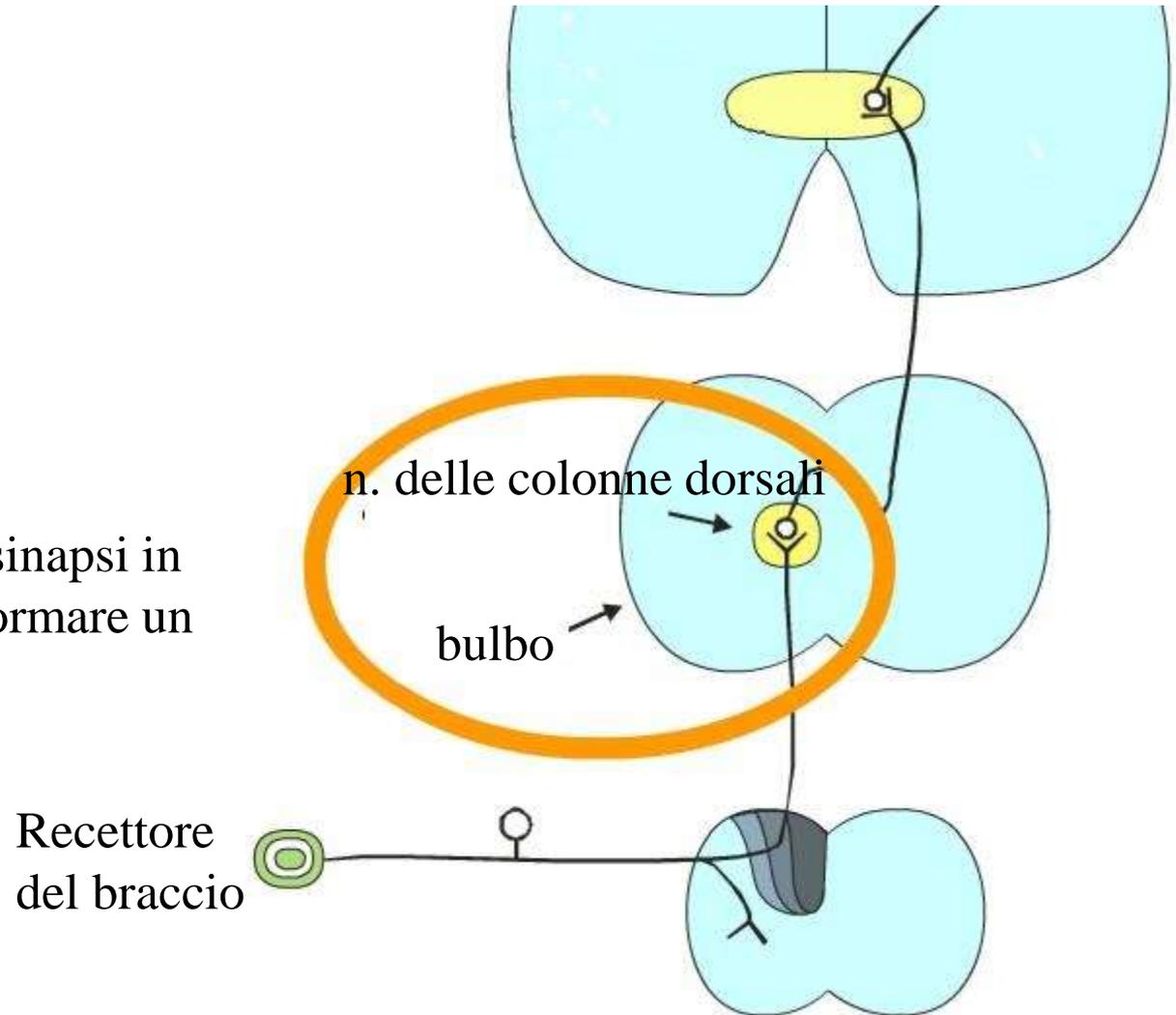




F. N. N. 2023

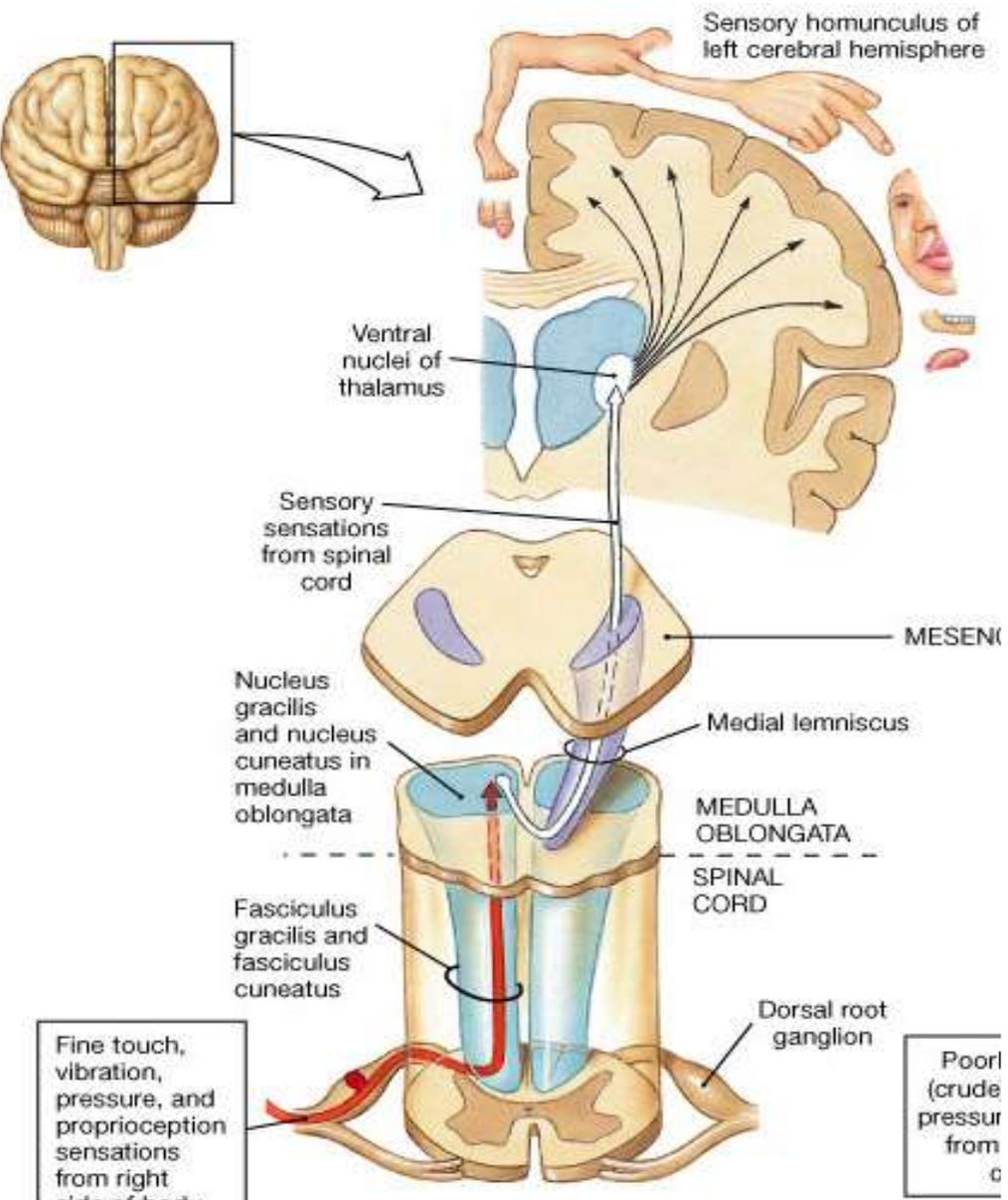
A livello dei nuclei delle colonne dorsali i segnali in arrivo vengono ritrasmessi ed elaborati

I neuroni formano sinapsi in un nucleo per trasformare un segnale in arrivo



Ci sono tre distinte trasformazioni che hanno luogo nei nuclei delle colonne dorsali e che coinvolgono i campi recettivi: convergenza, inibizione periferica, gating corticale

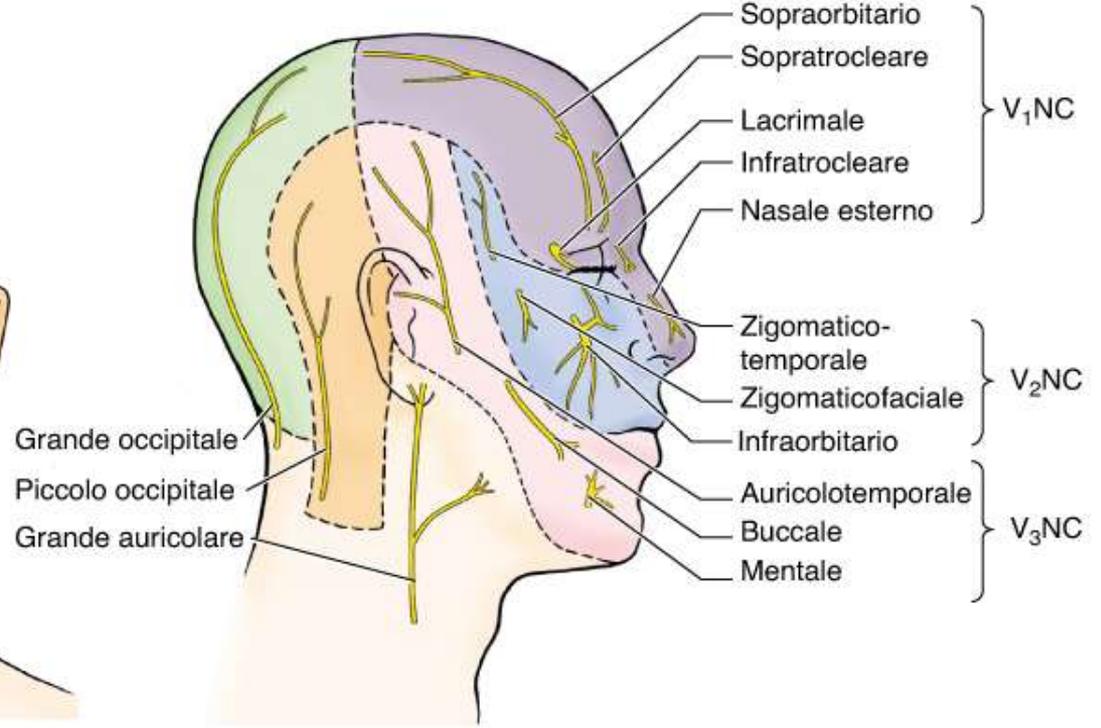
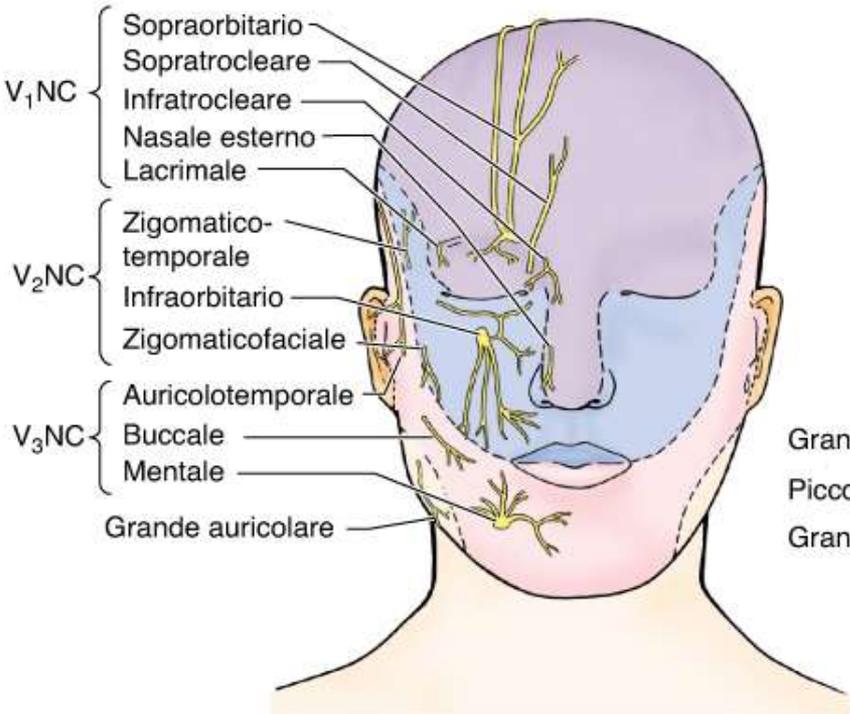
Vie sensitive

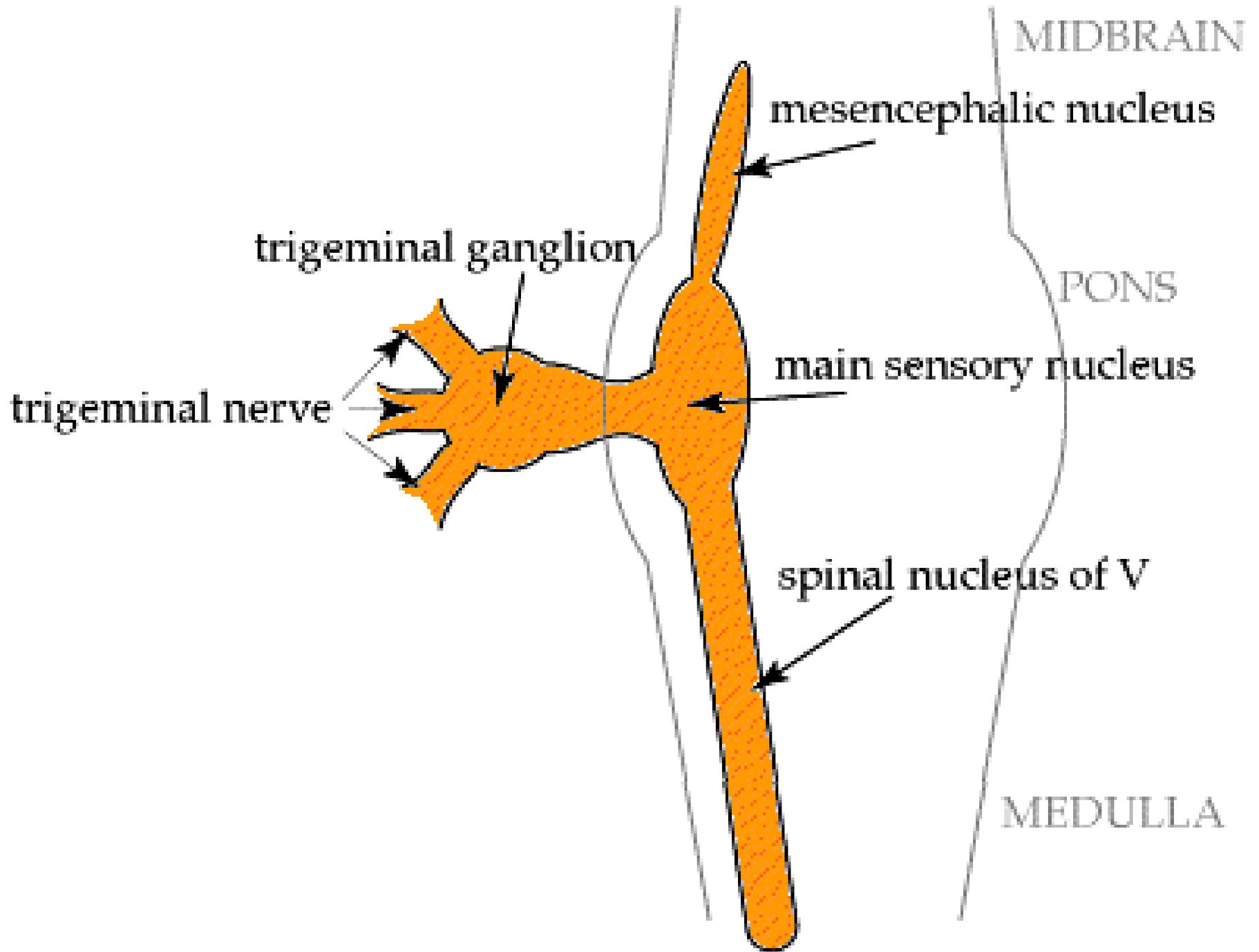


(a) Posterior column pathway

Tegmento

- Il tegmento si estende per tutta la lunghezza del tronco encefalico. Le principali strutture che formano il tegmento sono:
 - 1) la **formazione reticolare** (FR), al centro del tegmento
 - 2) i nuclei e le radici di 10 nervi cranici (dal III al XII)
 - 3) I nuclei propri del tronco (gracile, cuneato, olivari inf e sup, nn pontini, n del collicolo inferiore, nn e corteccia del collicolo superiore, n rosso, sostanza nera, area pretettale)
 - 4) **Le vie ascendenti e cioè: il lemnisco mediale, la via anterolaterale (fascio spinotalamico), le vie trigeminali, il fascicolo longitudinale mediale (FLM) e le vie acustiche**





MIDBRAIN

mesencephalic nucleus

trigeminal ganglion

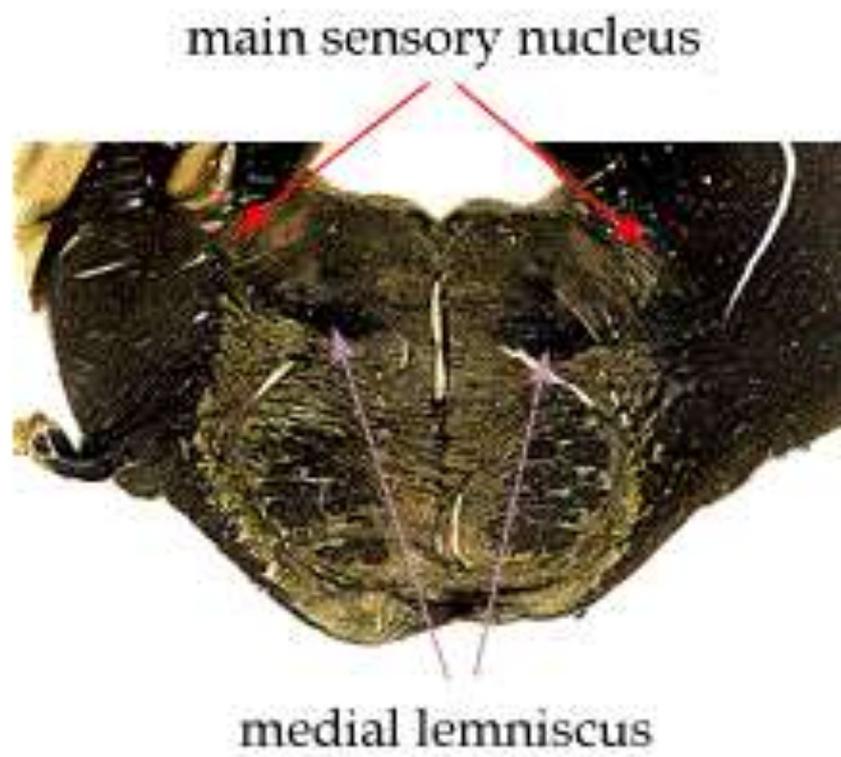
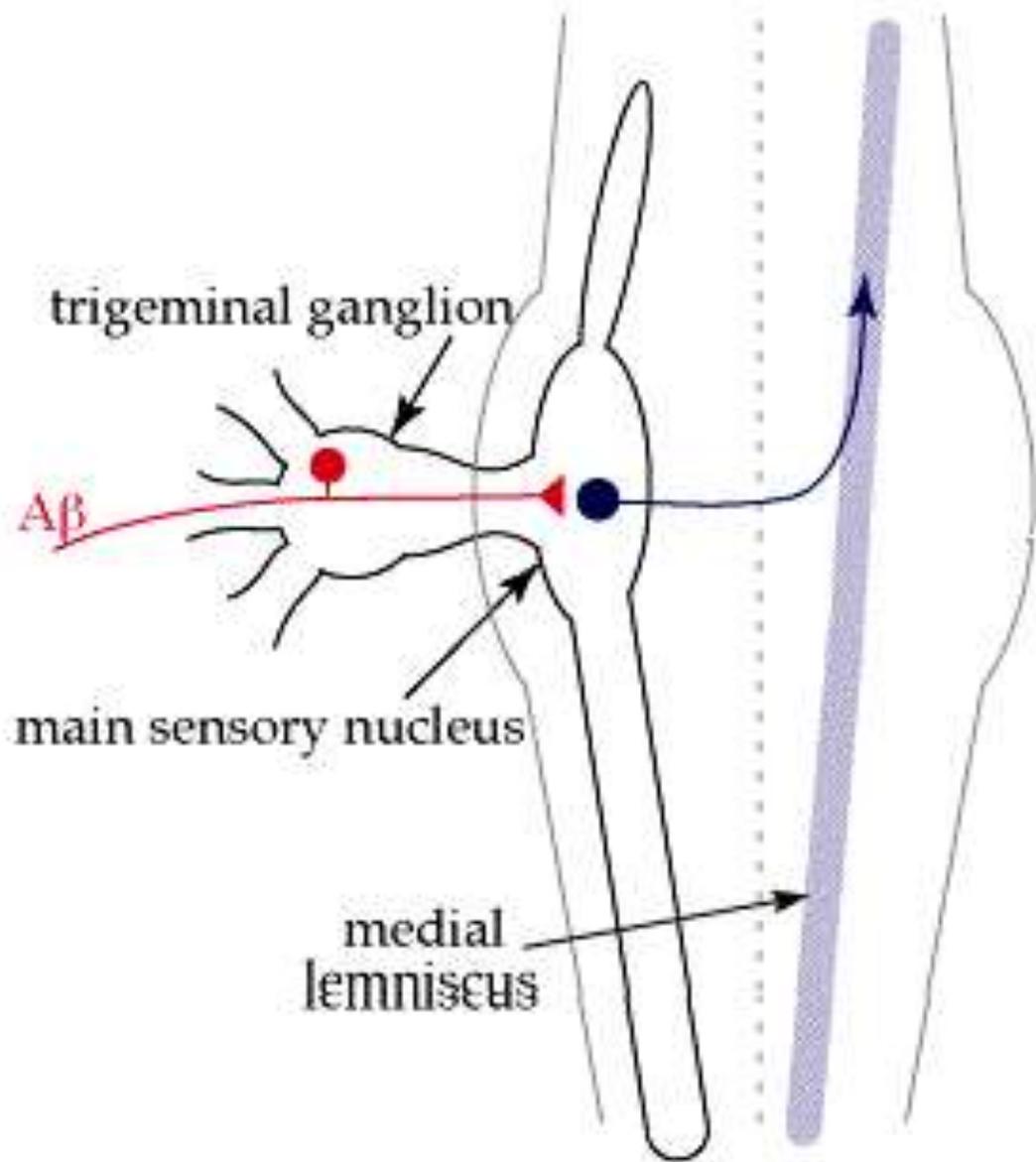
PONS

main sensory nucleus

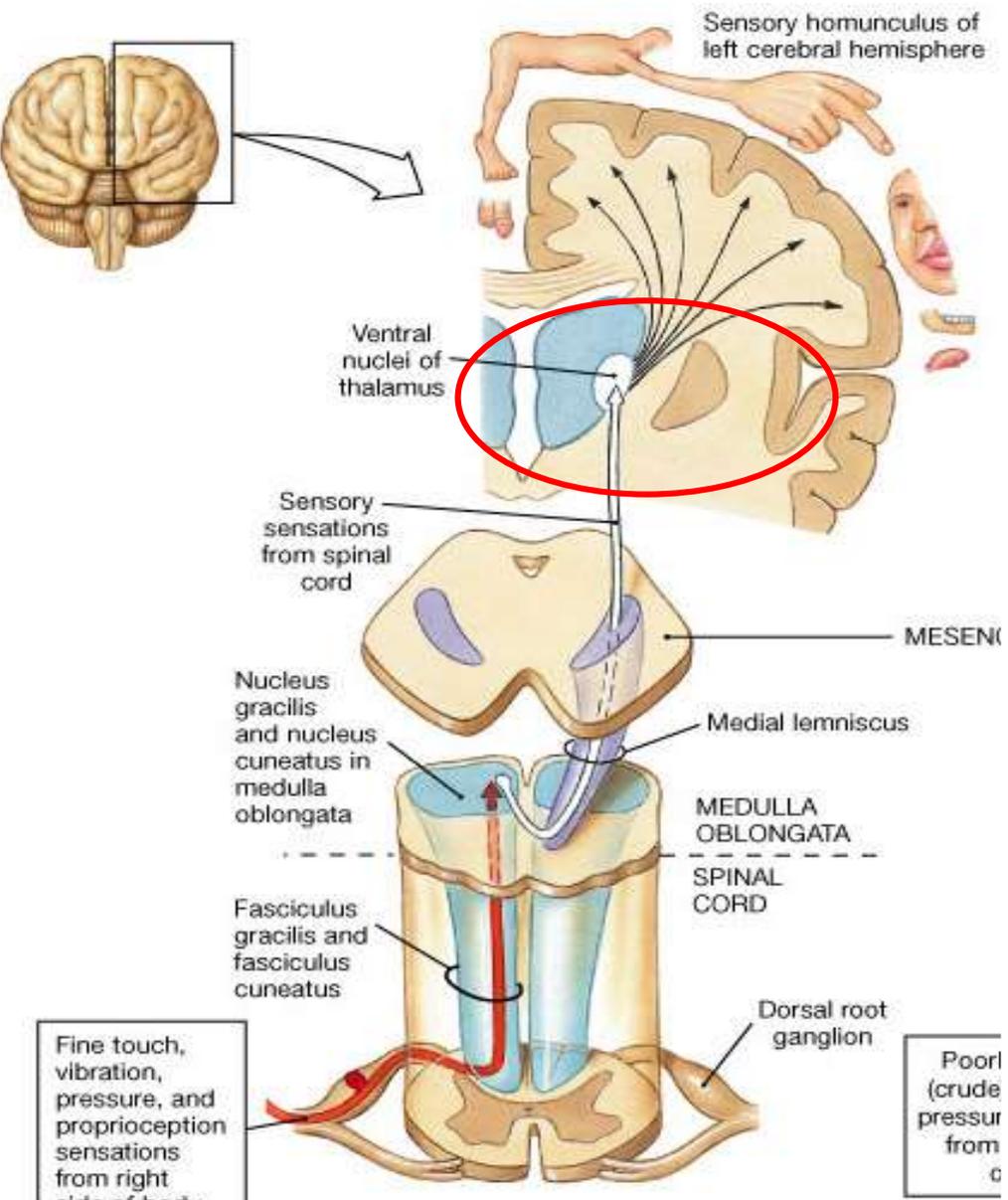
trigeminal nerve

spinal nucleus of V

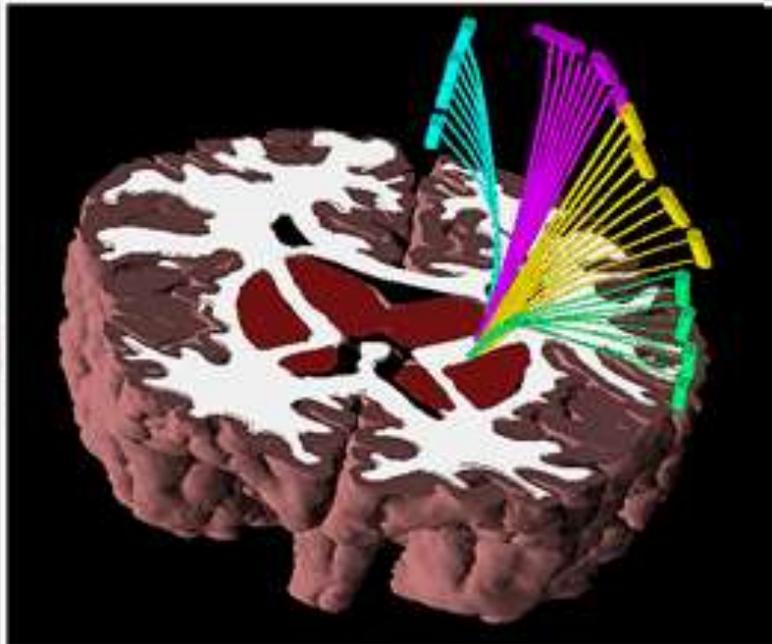
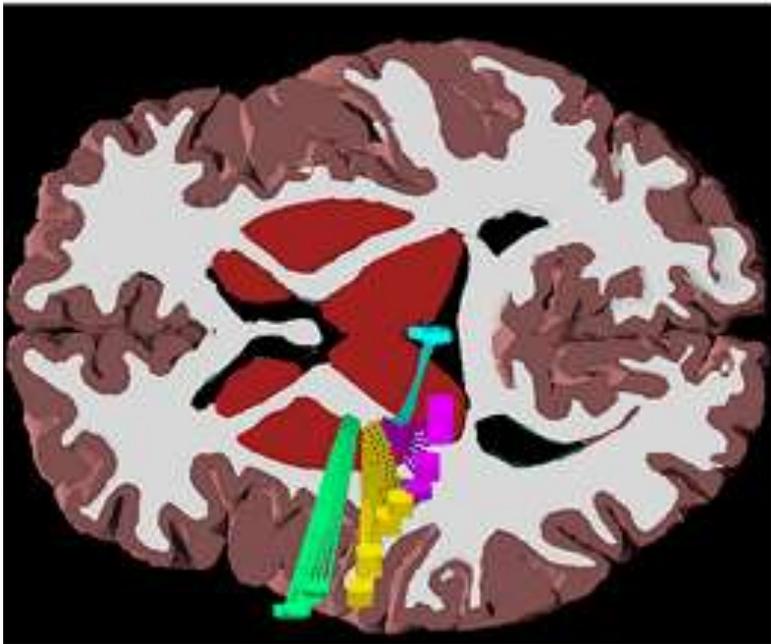
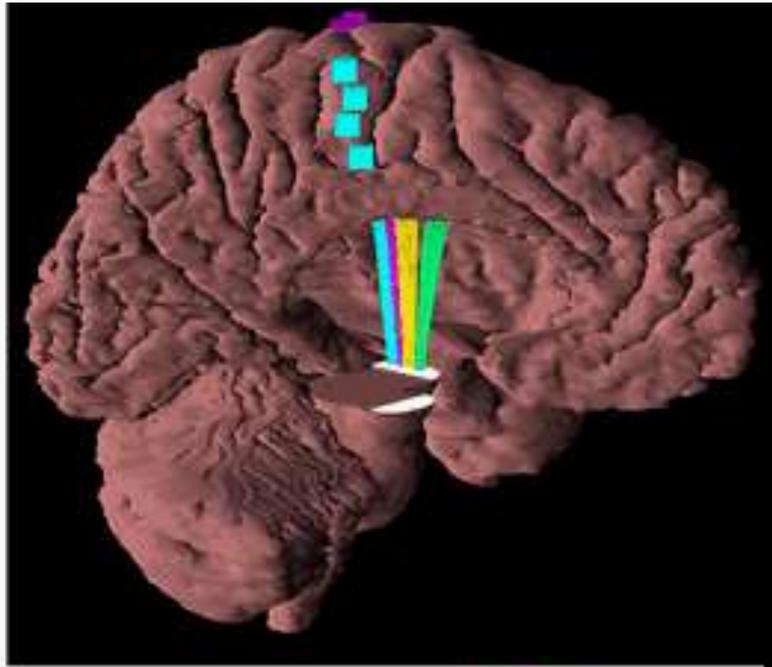
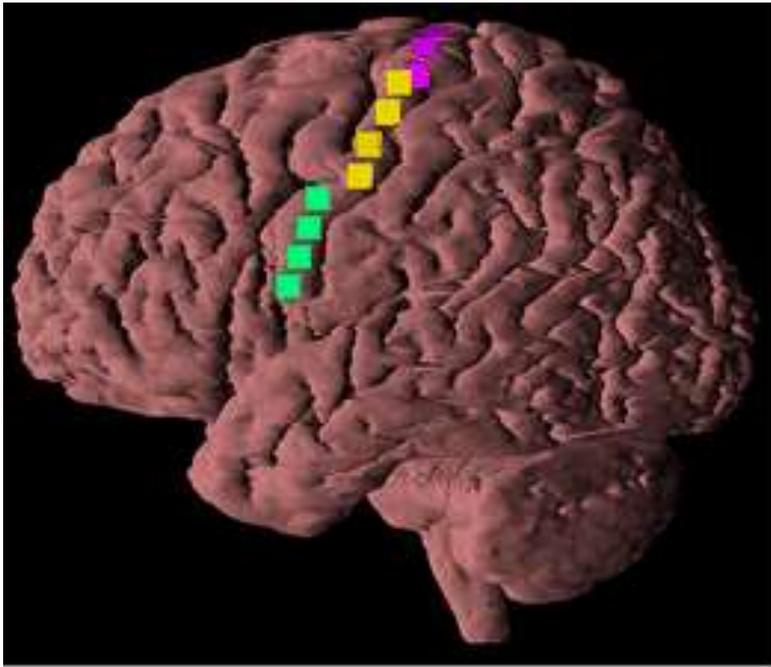
MEDULLA



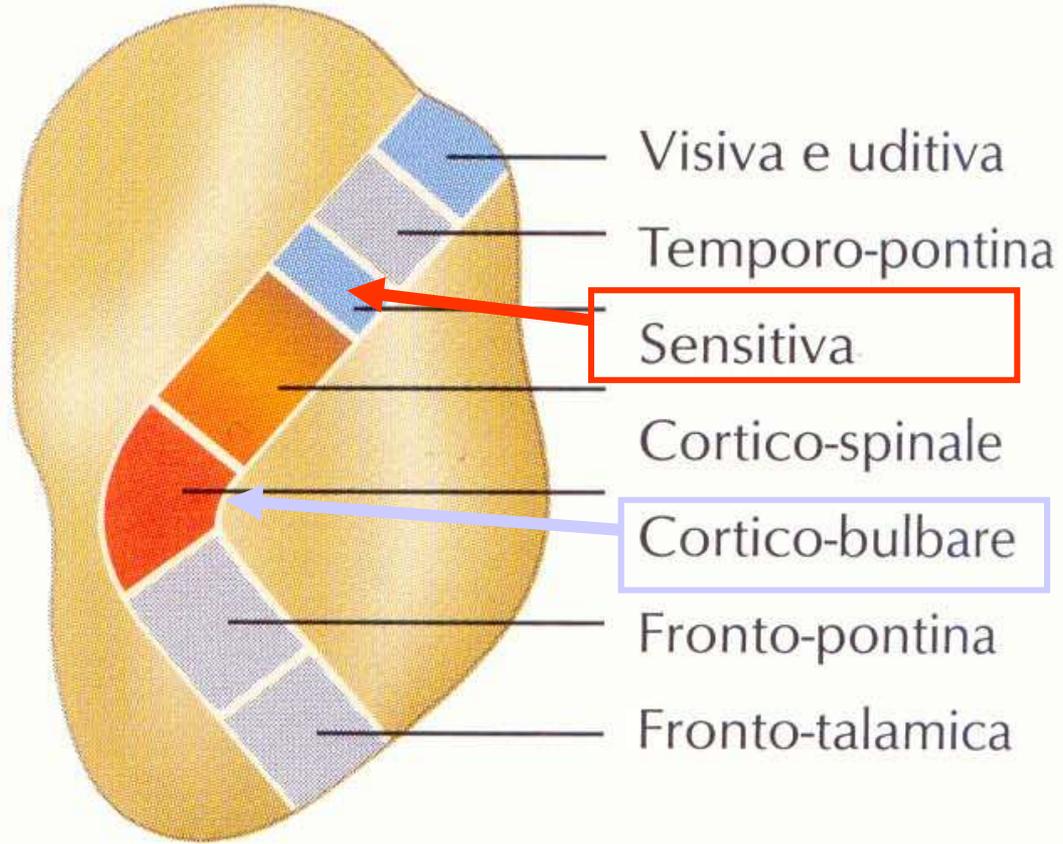
Vie sensitive



(a) Posterior column pathway



Posteriore



Visiva e uditiva

Temporo-pontina

Sensitiva

Cortico-spinale

Cortico-bulbare

Fronto-pontina

Fronto-talamica

Anteriore

Sezione trasversale
attraverso la capsula
interna, che mostra
la localizzazione
delle vie principali

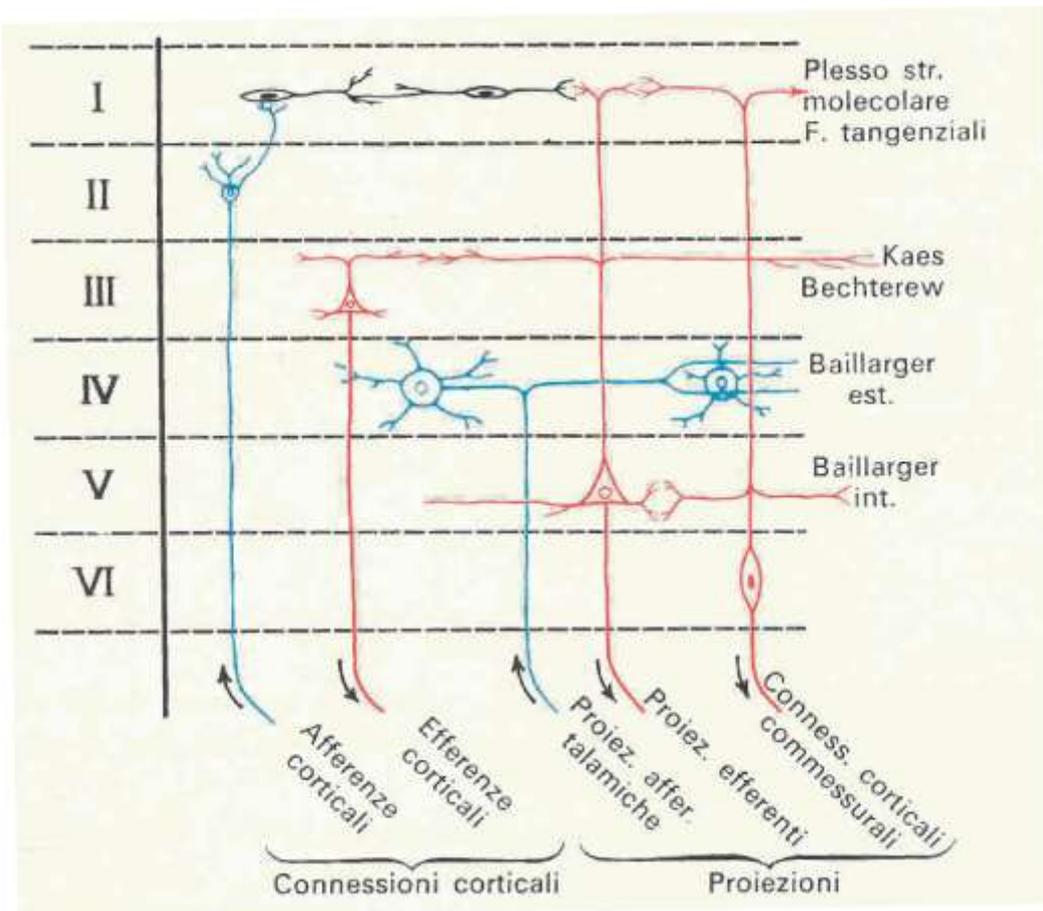
Organizzazione della corteccia cerebrale

La corteccia cerebrale è costituita da sei strati.

Le afferenze talamiche arrivano al IV strato.



Le fibre efferenti (motrici) partono dal V e VI strato



Esiste un'organizzazione colonnare dei neuroni con interconnessioni verticali tra i neuroni dei diversi strati

Caratteristica N. 1: Organizzazione somatotopica

Area somatosensitiva primaria

Posta nella regione posteriore alla **scissura di Rolando** (o **solco centrale**).

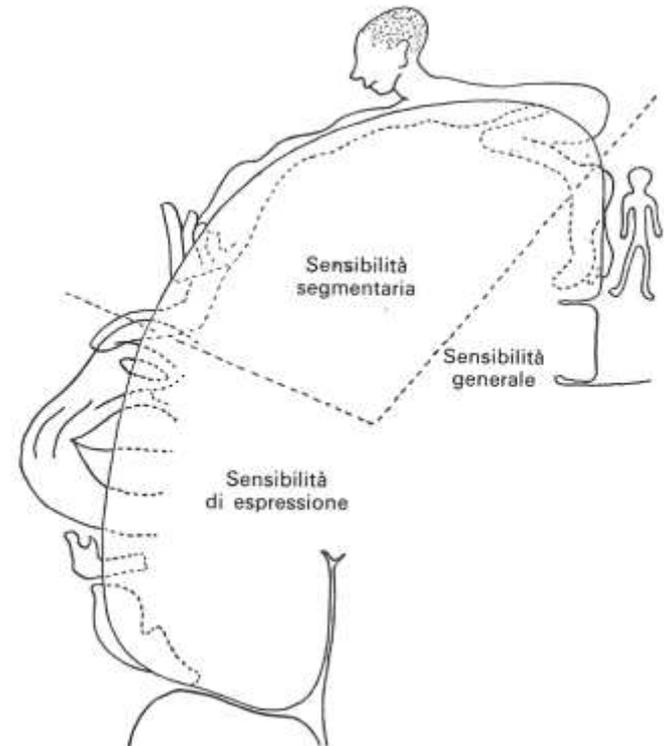
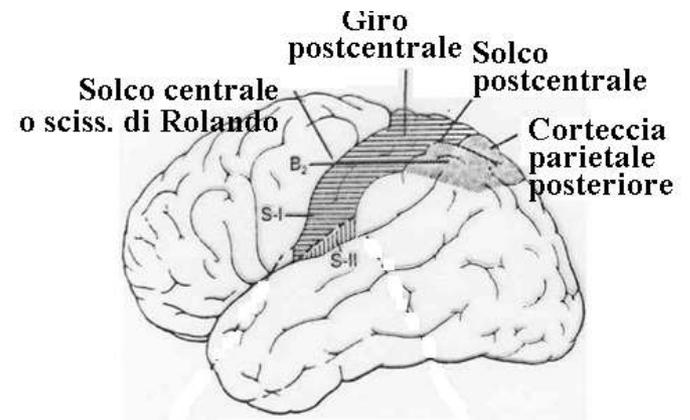
Esiste una rappresentazione somatotopica della superficie corporea. Ad essa afferiscono le vie lemniscali (**sensibilità epicritica fine**).

La superficie del corpo giace sequenzialmente giù per il giro postcentrale.

Questa mappa corporea è distorta, Il viso e la punta delle dita hanno rappresentazioni più ampie.

Tale distorsione riflette quella dei nuclei delle colonne dorsali.

La pelle della schiena ha una rappresentazione più piccola a causa dell'alta convergenza (e dei grandi campi recettivi) nei neuroni dei nuclei delle colonne dorsali.

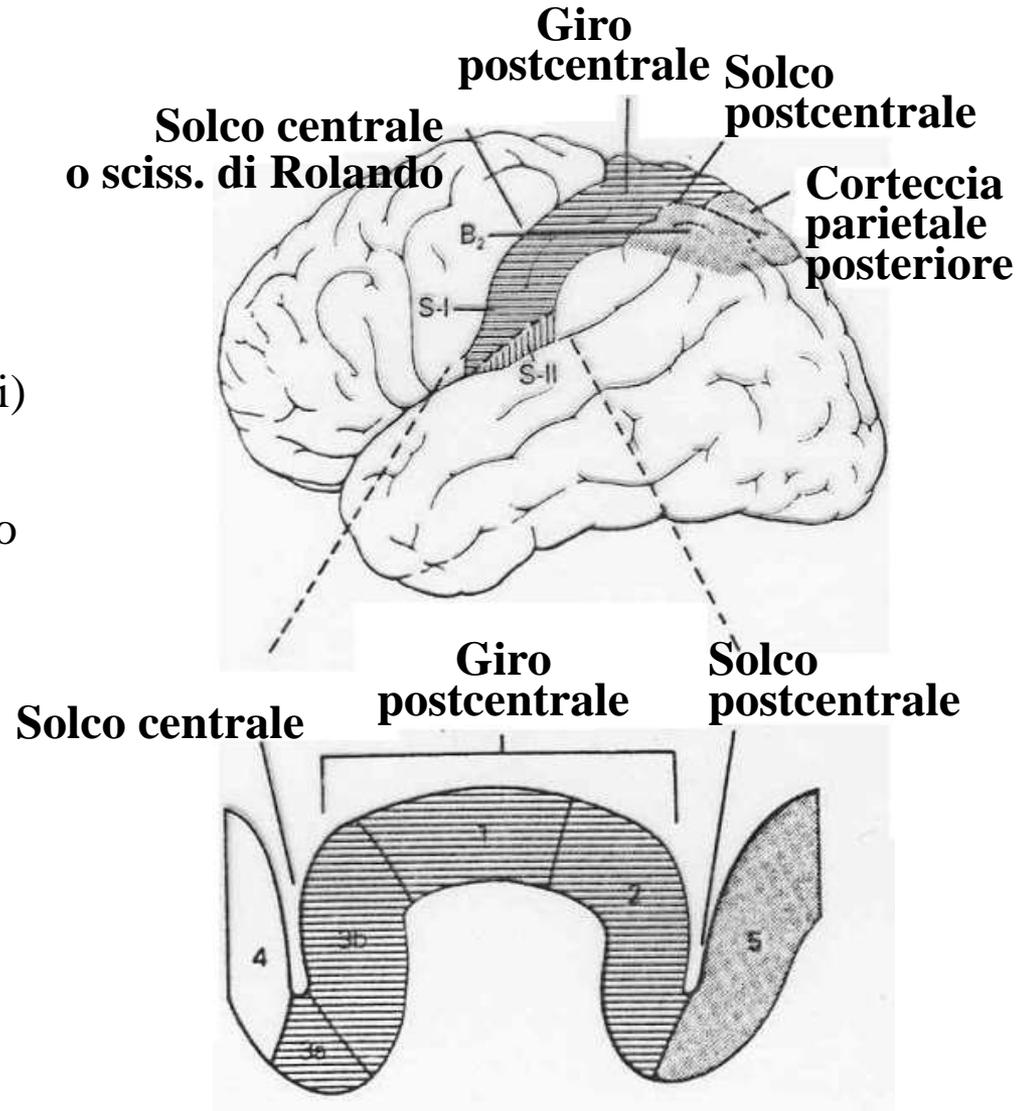


Caratteristica N. 2: esistenza di mappe multiple

La corteccia somatosensitiva è suddivisa in 4 strisce parallele: le aree 3a, 3b, 1 e 2.
Pertanto la mappa dell'omuncolo è ripetuta 4 volte

Essa è divisa in quattro regioni citoarchitettoniche:

- 1** ⇒ recettori a rapido adattamento (cute)
- 2** ⇒ recettori pressori e articolari (profondi)
- 3a** ⇒ recettori di stiramento dei muscoli
- 3b** ⇒ recettori a lento e rapido adattamento (cute)



Fascio Spinotalamico

- Trasmette informazioni da **meccanocettori**, **termocettori** e **nocicettori** al talamo
- Decussa nel midollo spinale
- **fascicolo spinotalamico Laterale**
 - Trasmette sensazioni di **dolore** e **temperatura**
- **fascicolo spinotalamico Anteriore**
 - Trasmette sensazioni di **tatto grossolano** e **pressione**

fascicolo spinotalamico Laterale

- Dolore e temperatura
- Le fibre primarie salgono o scendono 1-2 neuromeri prima di fare sinapsi sul 2° neurone
- Le fibre secondarie decussano e formano il tratto spinotalamico laterale
- Nel tronco dell'encefalo sono raggiunte da fibre dal nucleo spinale del trigemino (dolore e temperatura dal volto e denti)

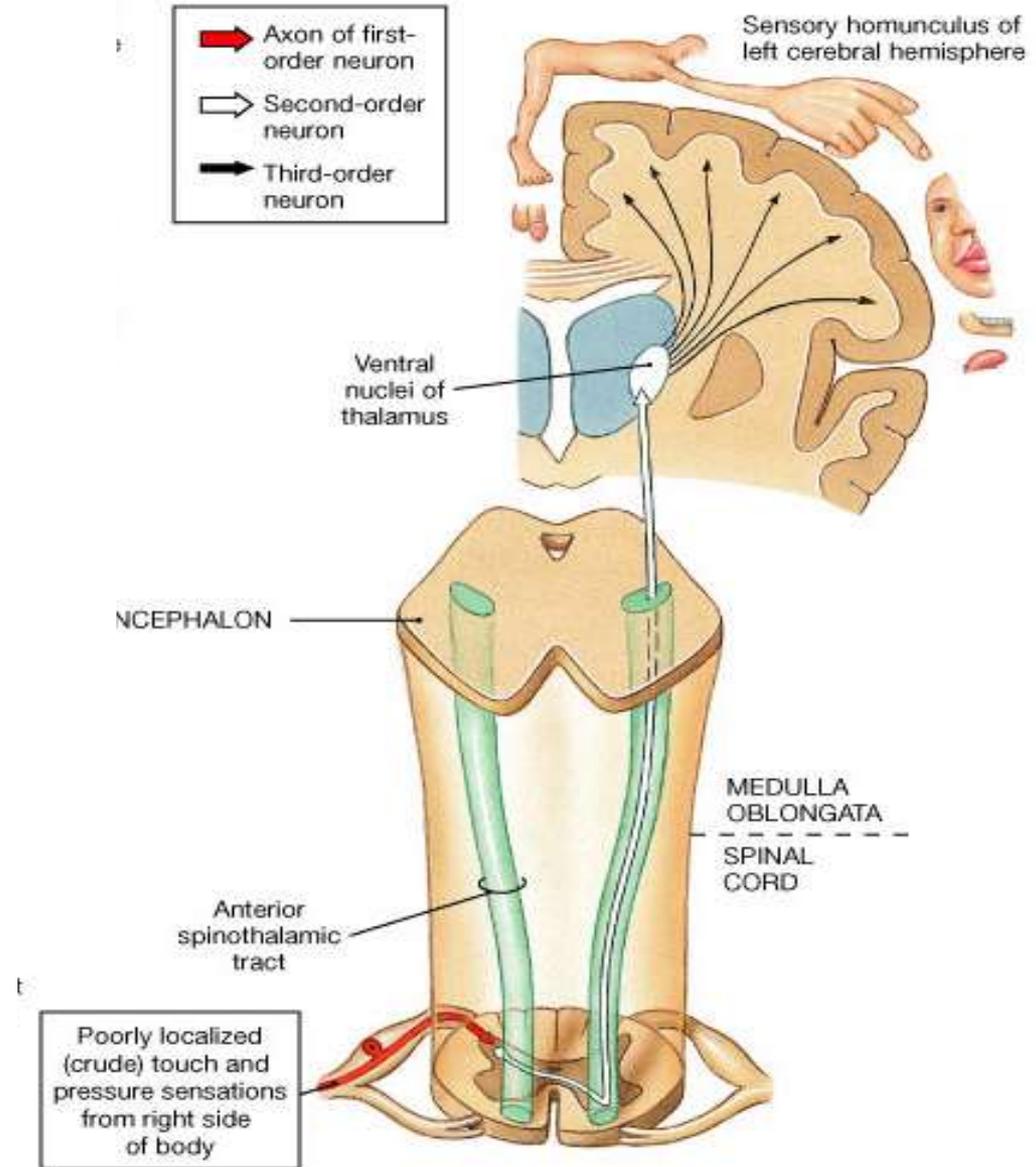
fascicolo spinotalamico Laterale

- Le fibre secondarie vanno al talamo (VP)
- Dal talamo, le fibre vanno alla corteccia somatosensitiva, passando nella capsula interna

fascicolo spinotalamico Anteriore

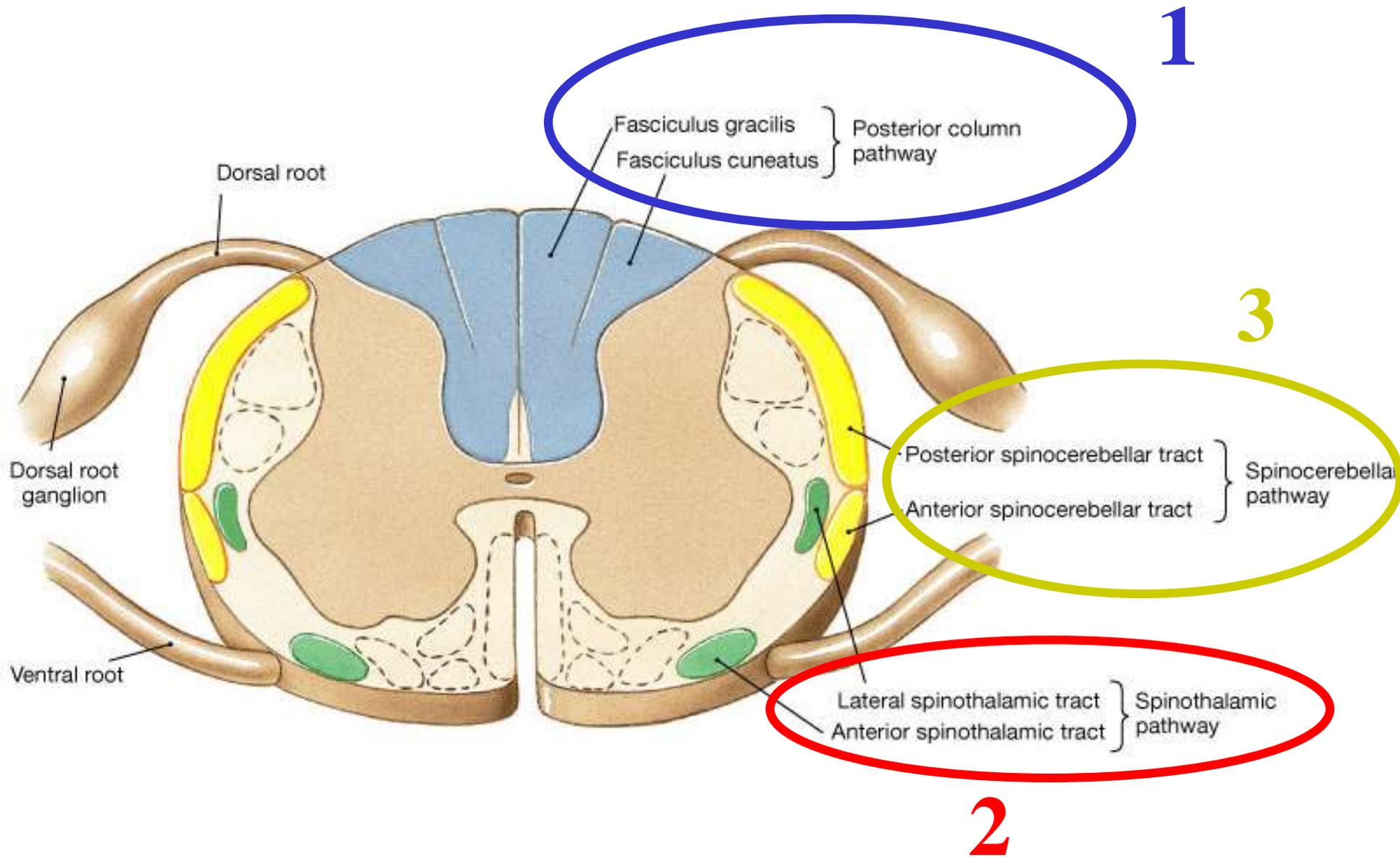
- Tatto non discriminativo e pressione
- La fibra primaria ascende 8-10 neuromeri prima di entrare nel midollo
- Fa sinapsi e decussa
- Sale fino a VP
- Corteccia somatosensitiva primaria

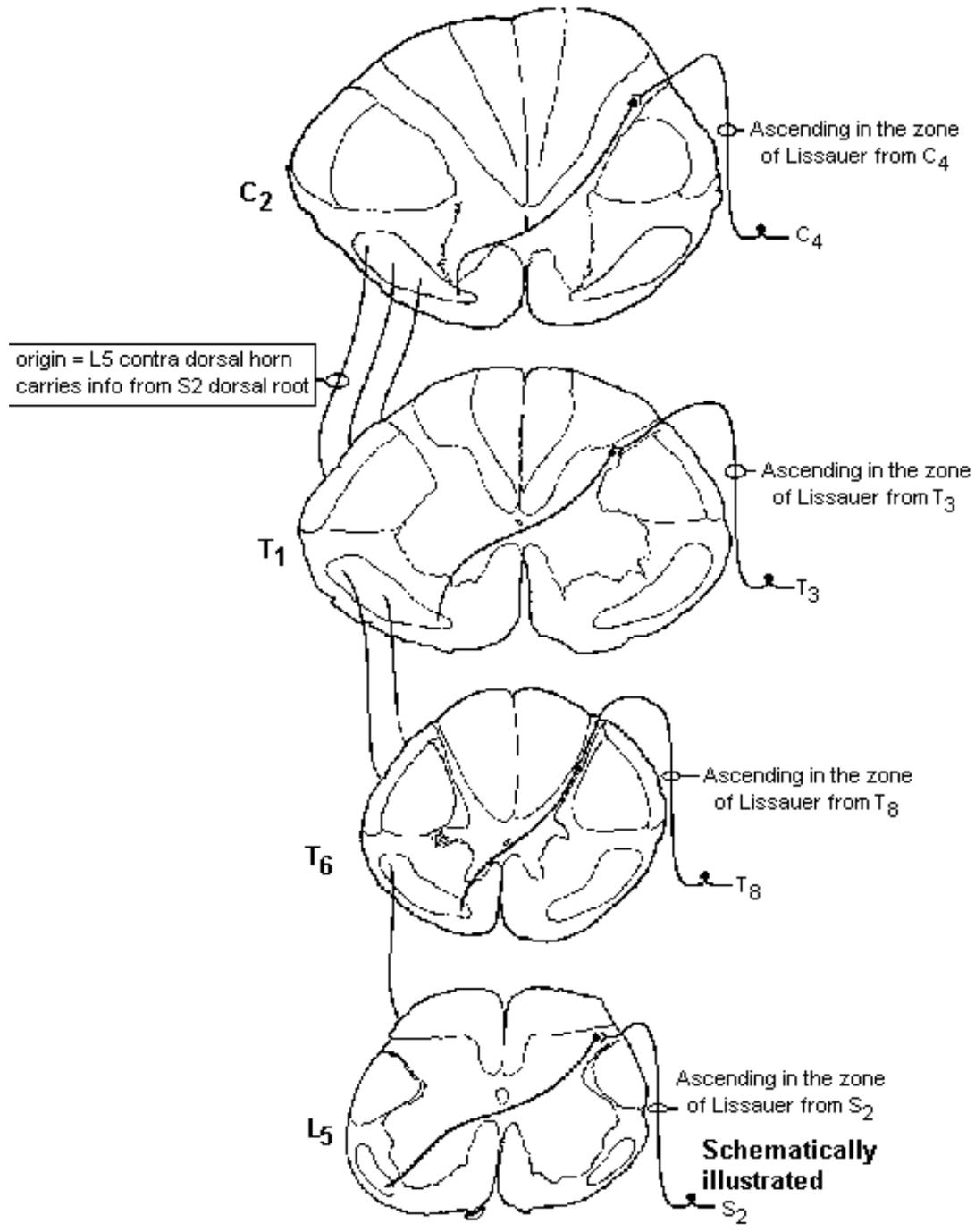
Vie sensitive



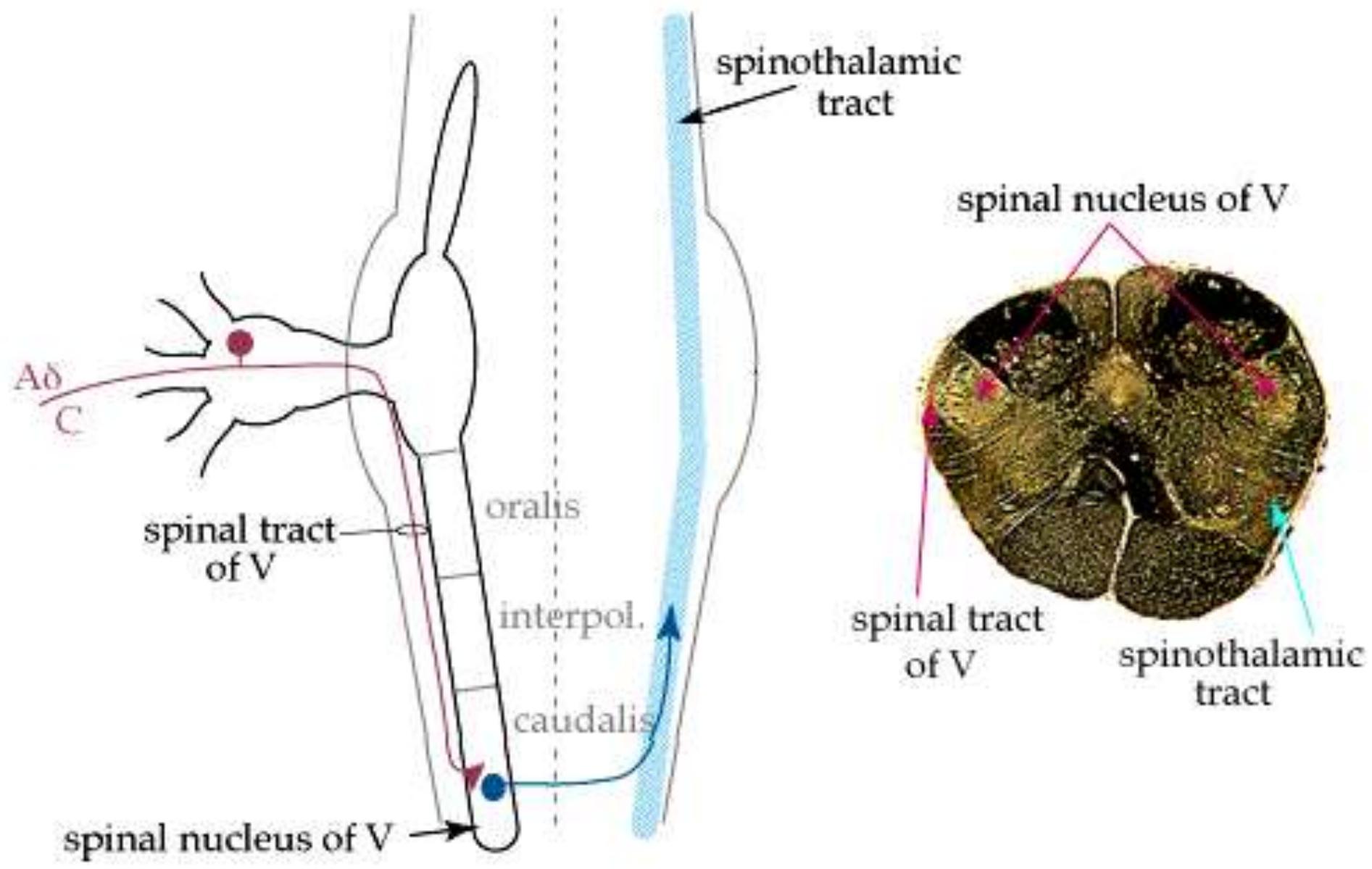
(b) Anterior spinothalamic tracts

Vie sensitive

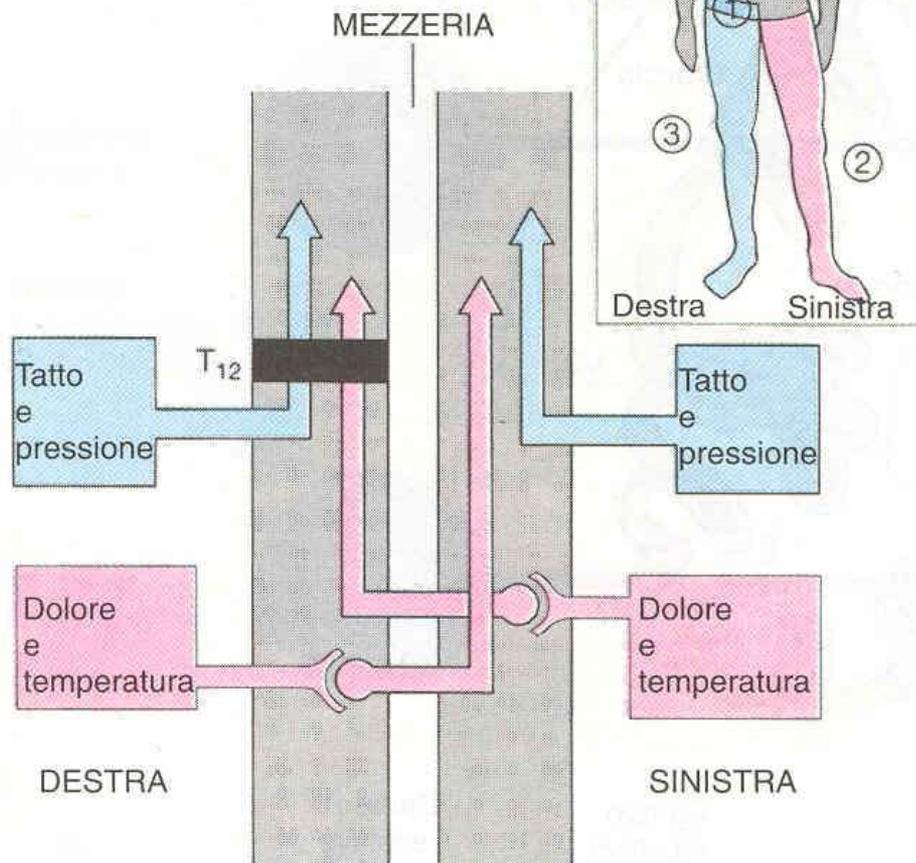




- Nel tronco il fascio spinotalamico costituisce il lemnisco spinale, al quale si associano le fibre che portano informazioni dolorifiche e termiche dal volto



- ① Perdita di tutte le sensibilità
- ② Perdita delle sensibilità dolorifica e termica
- ③ Perdita delle sensibilità tattile e vibratoria
- ④ Sensibilità conservate



Conseguenze di una lesione midollare

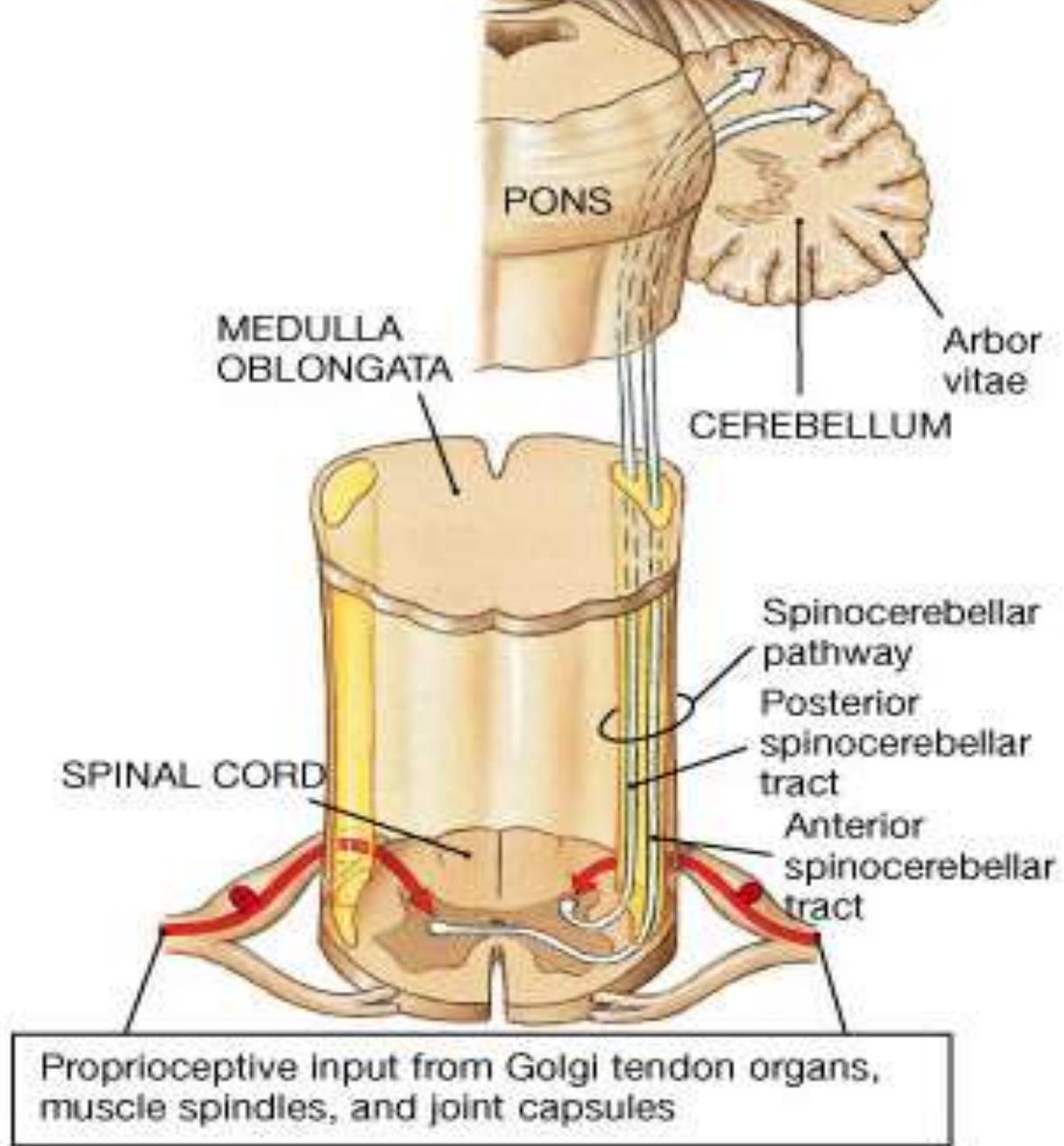
Un danno interessante il midollo nella parte **destra** del corpo all'altezza della **cintola** determina;

- A) perdita della sensibilità termica e dolorifica nella gamba di sinistra,
- B) perdita delle sensibilità tattile e vibratoria nella gamba di destra

Fascio Spinocerebellare

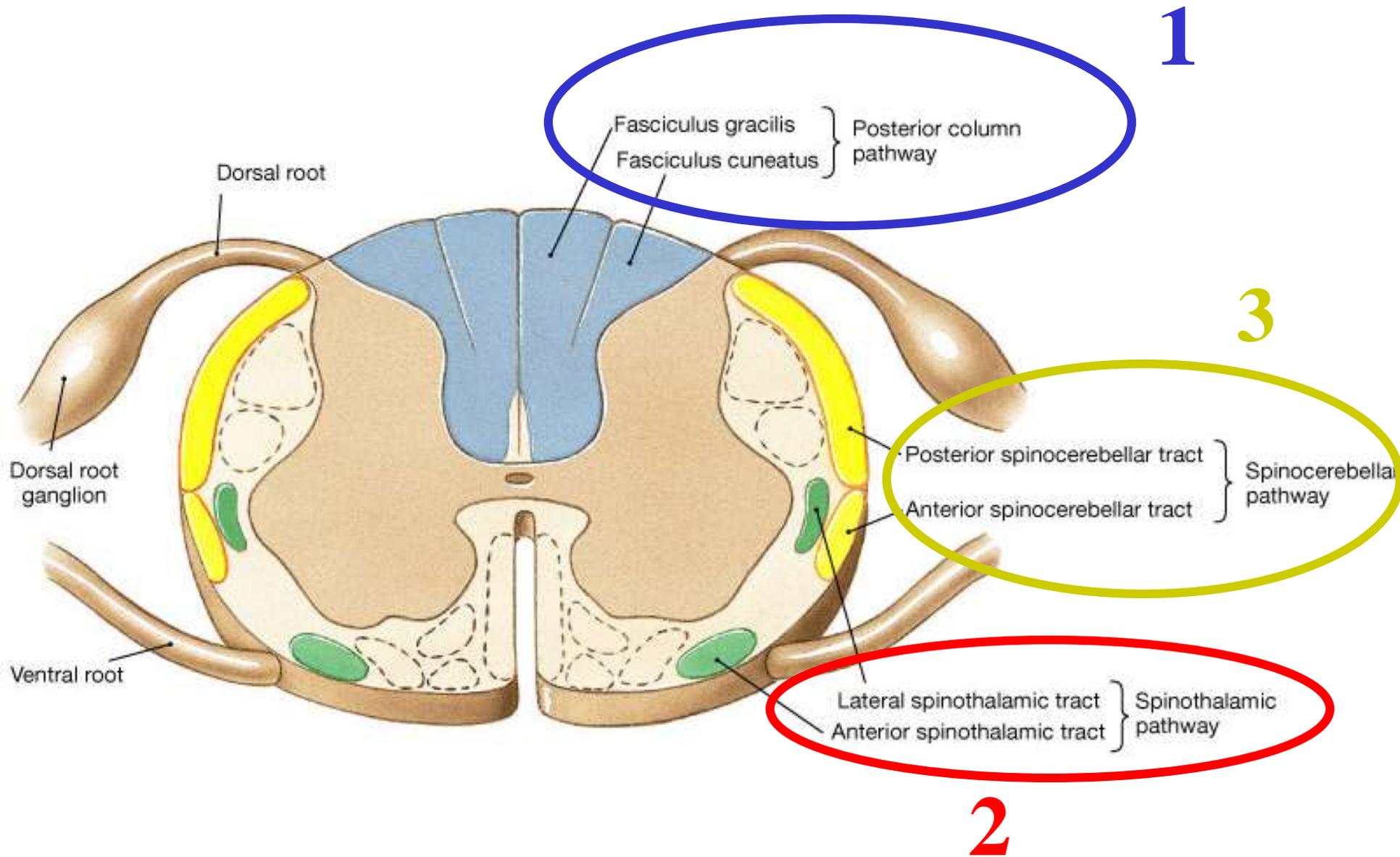
- Fascicolo Spinocerebellare Posteriore
 - Propriocezione inconscia
 - Non decussa
 - Fibre sopra L2 (tronco/arto sup)
 - Relè nel n di Clarke /T1-L1)
 - Entra dal peduncolo cerebellare inferiore
 - ipsilaterale

- Fascicolo Spinocerebellare Anteriore
 - Propriocezione inconscia
 - Fibre sotto L2
 - Sinapsi nel corno posteriore; parte del segnale viene generato qui
 - **Decussa**
 - Sale fino al peduncolo cerebellare **superiore**
 - **Decussa**
 - Entra nel cervelletto
 - ipsilaterale



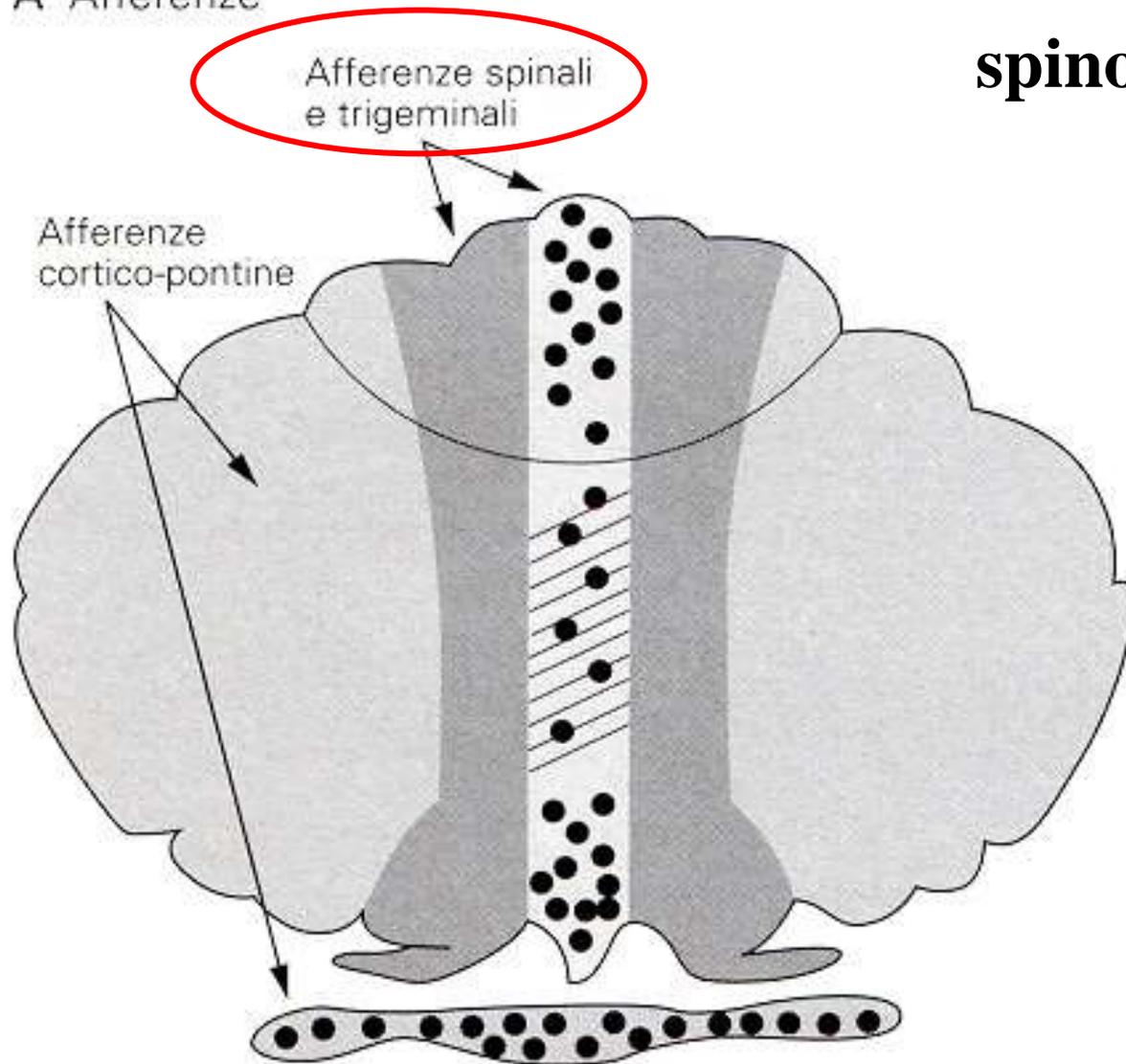
(d) Spinocerebellar pathway

Vie sensitive



A Afferenze

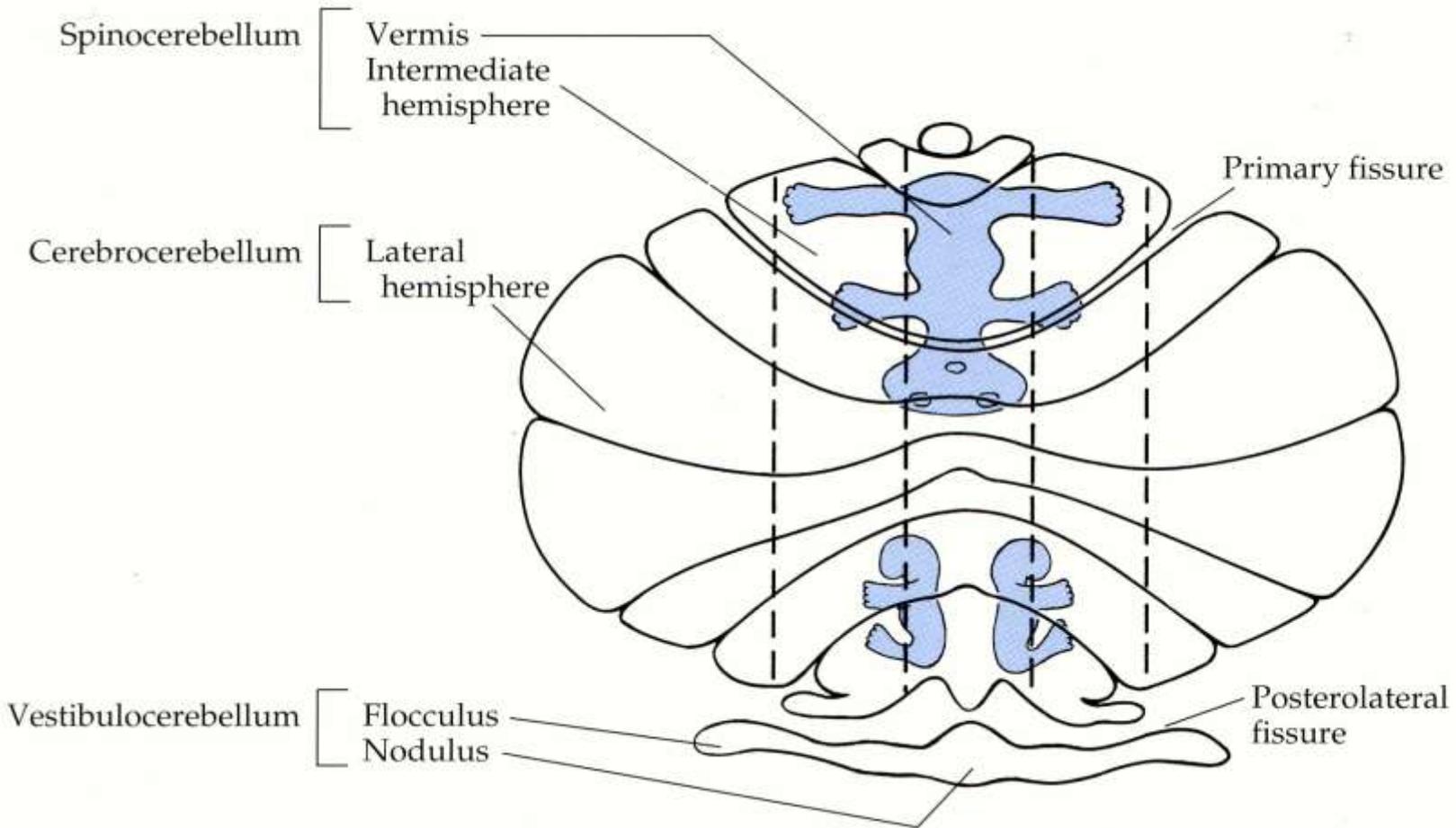
spinocerebello



Afferenze visive ed uditive



Afferenze vestibolari



Tratto spino reticolare

- Le fibre secondarie, che portano informazioni dolorifiche, vanno alla formazione reticolare, per stimolare lo stato di veglia e il livello di coscienza
- Dalla formazione reticolare fibre terziarie vanno ai nn intralaminari del talamo
- Da qui fibre di 4° ordine vanno ad attivare la corteccia

Tratto spino olivare

- Proietta ai nuclei olivari accessori ed al cervelletto
- Contribuisce alla coordinazione dei movimenti associati con l'equilibrio

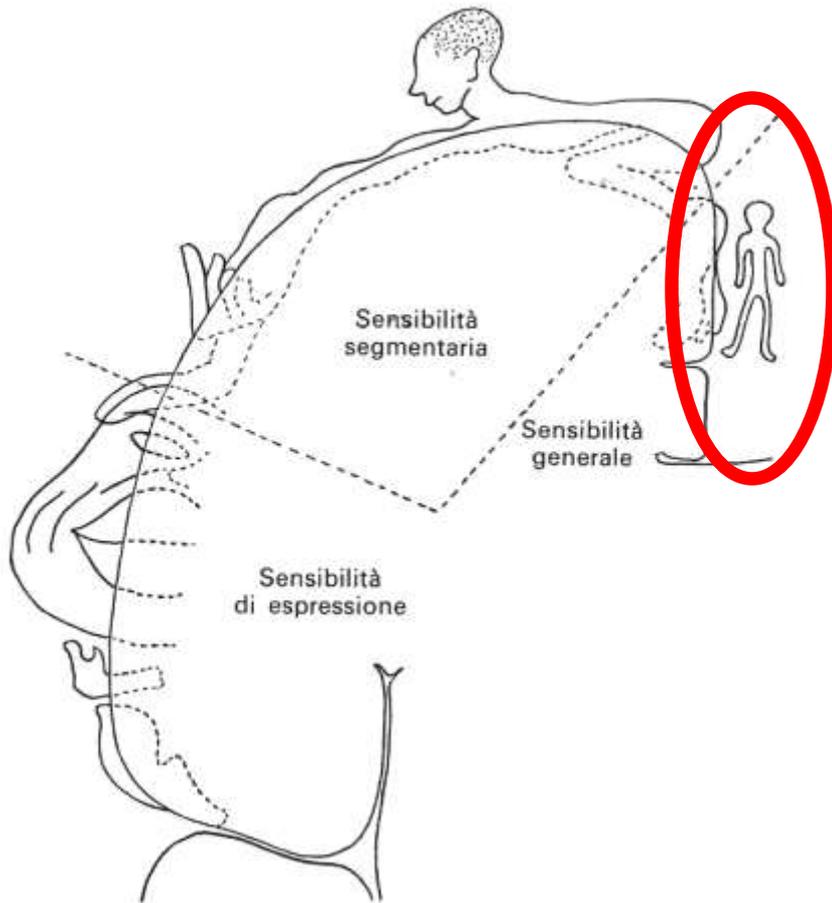
Tratti spinotettali

- Proietta al collicolo superiore
- Coinvolto nei movimenti riflessi di testa ed occhi verso un punto di stimolazione cutanea

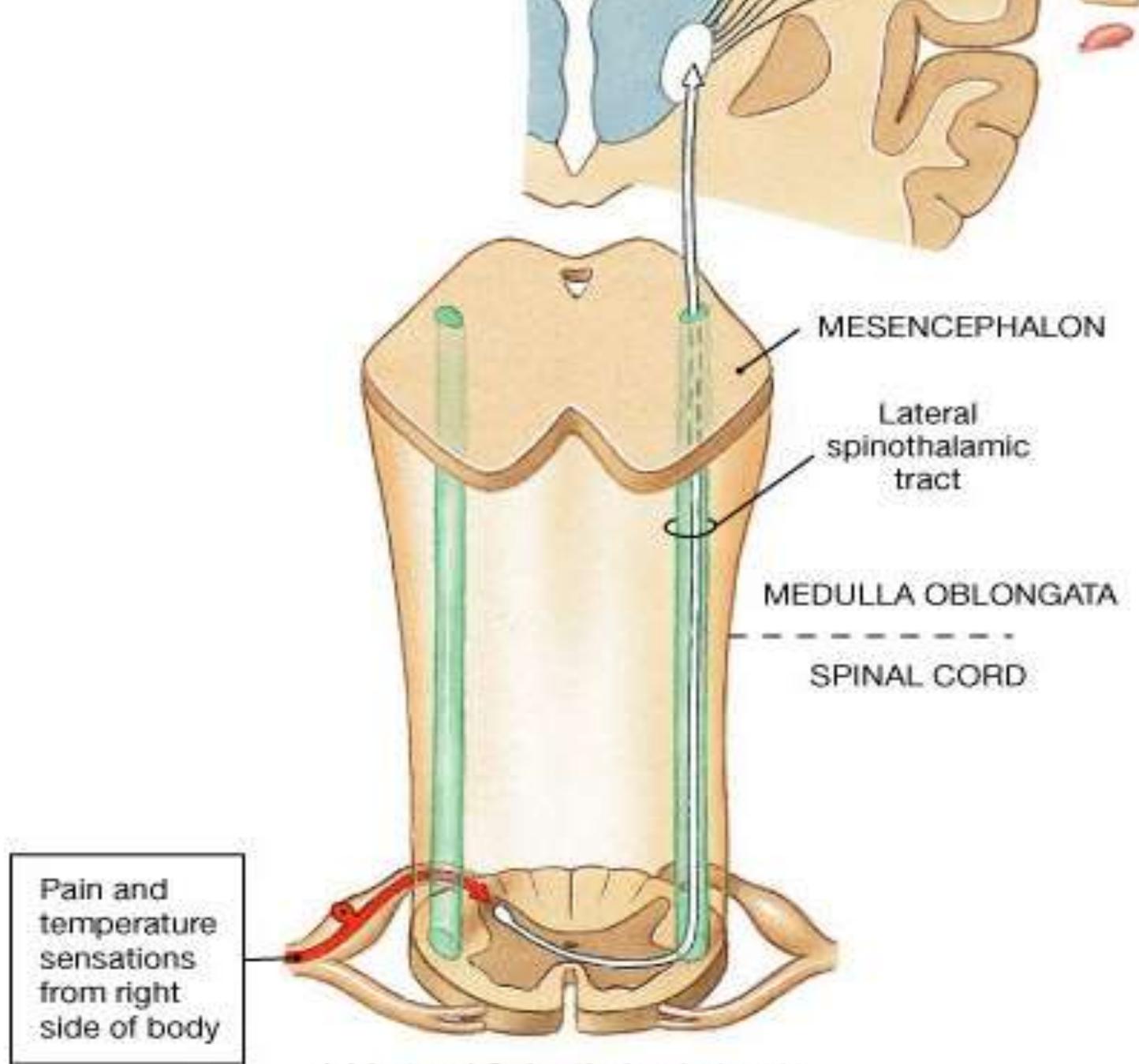
FINE

Caratteristica N. 1: Organizzazione somatotopica

Area somatosensitiva secondaria.



Posta lateralmente all'area somatosensitiva primaria. Ad essa arrivano afferenze spino-talamiche **sensibilità protopatica** (non discriminativa e grossolana)



(c) Lateral Spinothalamic tracts

Neuroni Sensitivi: 1°, 2°, 3° Ordine

- **neuroni sensitivi di 1° ordine**

- Originano in periferia
- Entrano nel **midollo spinale** attraverso le **radici dorsali** ed eventualmente il **corno posteriore**
- Entrano nel tronco encefalico col trigemino per le sensazioni del viso

- **neuroni sensitivi di 2° ordine**

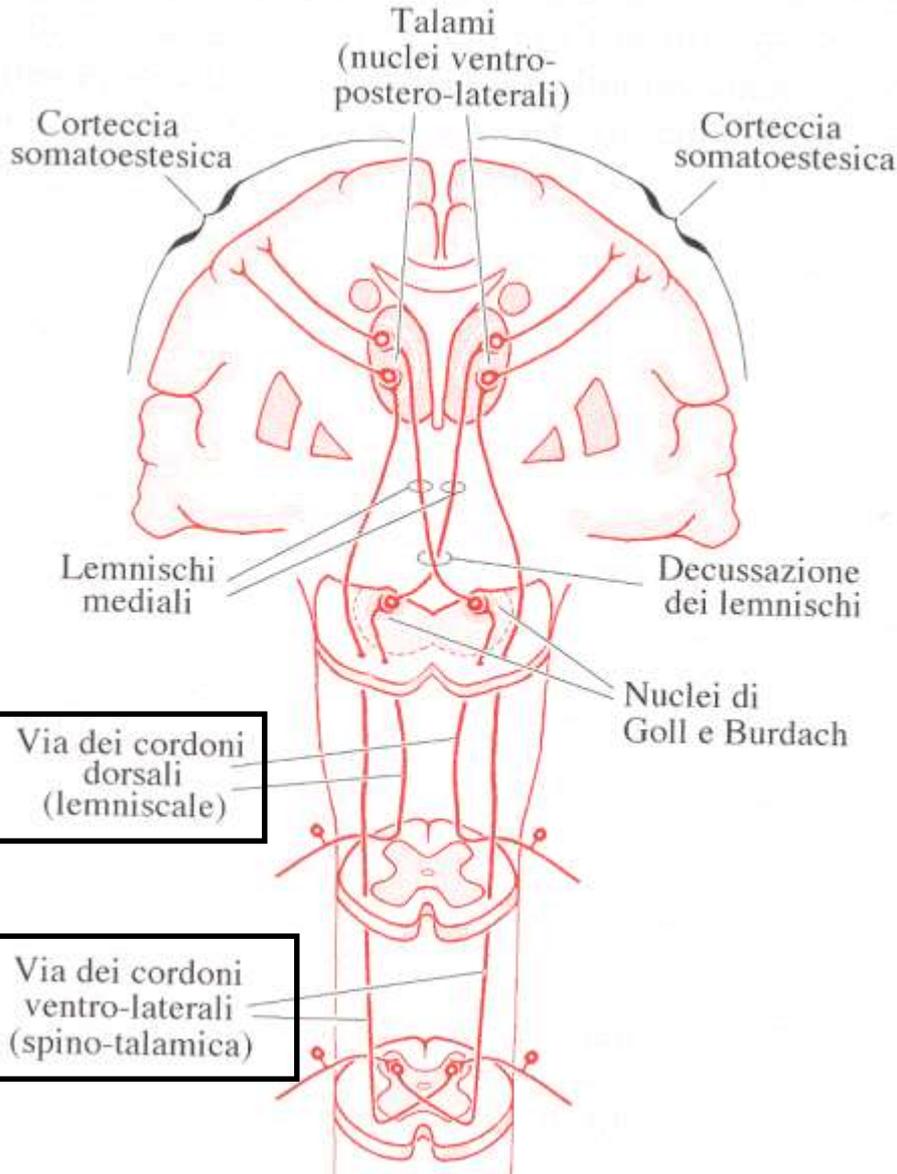
- Sinapsi con quelli di 1° ordine:
 - Nel **corno posteriore del midollo spinale** (tratto spinotalamico)
 - Nel **tronco** (sistema delle colonne dorsali)
- Il neurone di 2° ordine **decussa** prima di salire per raggiungere il talamo

- **neuroni sensitivi di 3° ordine**

- Sinapsi con quelli di 2° ordine: nel **talamo**
- Viaggiano fino ad una specifica area della corteccia cerebrale

Le vie della sensibilità somatica

L'informazione somatosensitiva viene ritrasmessa alla corteccia da due principali sistemi ascendenti:



A) Via dei **cordoni (colonne) dorsali** (o dei **lemnischi mediali**)

È la via della sensibilità propriocettiva, vibratoria, tattile e pressoria fine

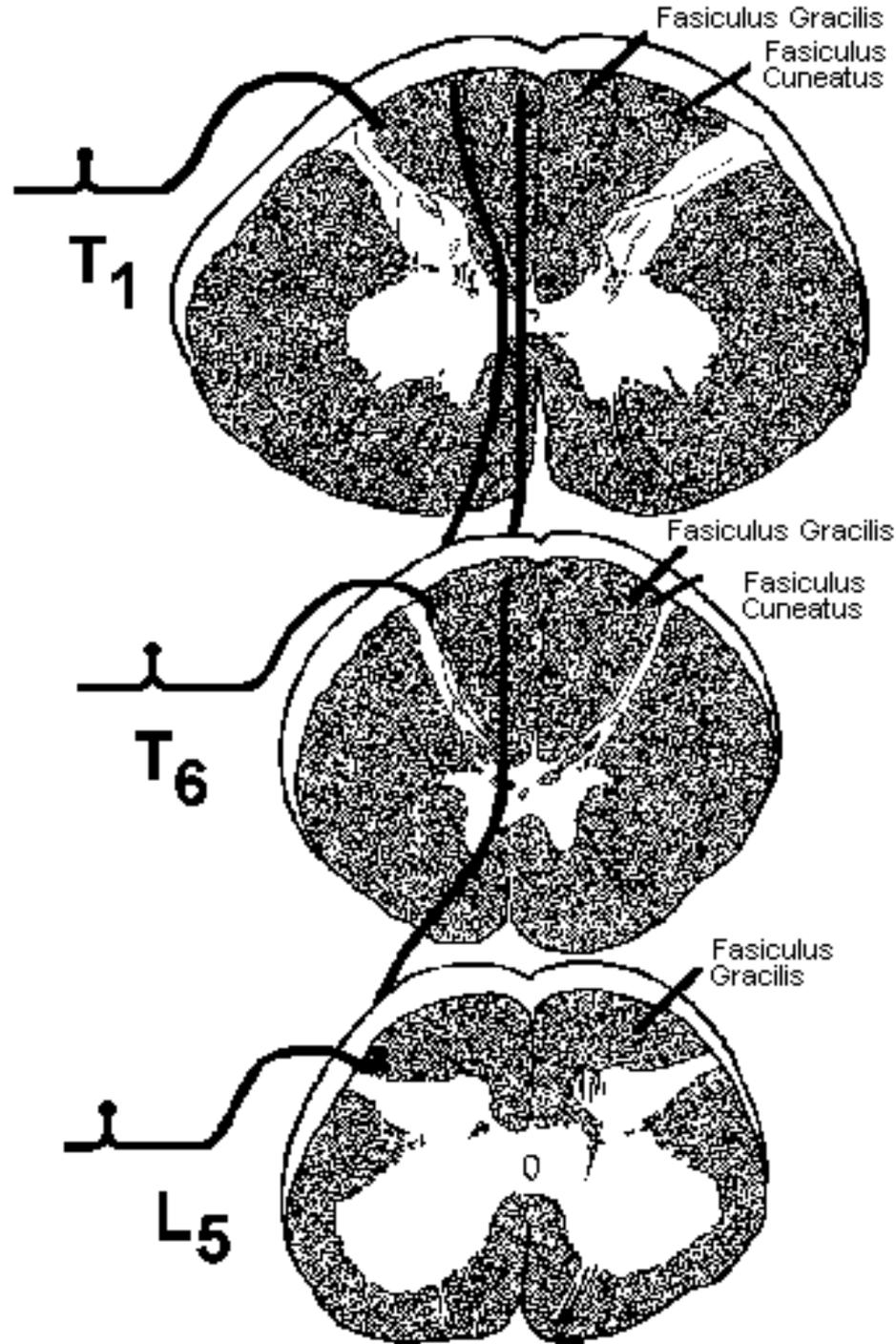
Decorso: sostanza bianca del MS dorsale ⇒ nuclei di Goll e Burdach del bulbo (decussazione dei lemnischi) ⇒ nuclei ventrali del talamo ⇒ area somatosensitiva primaria della corteccia

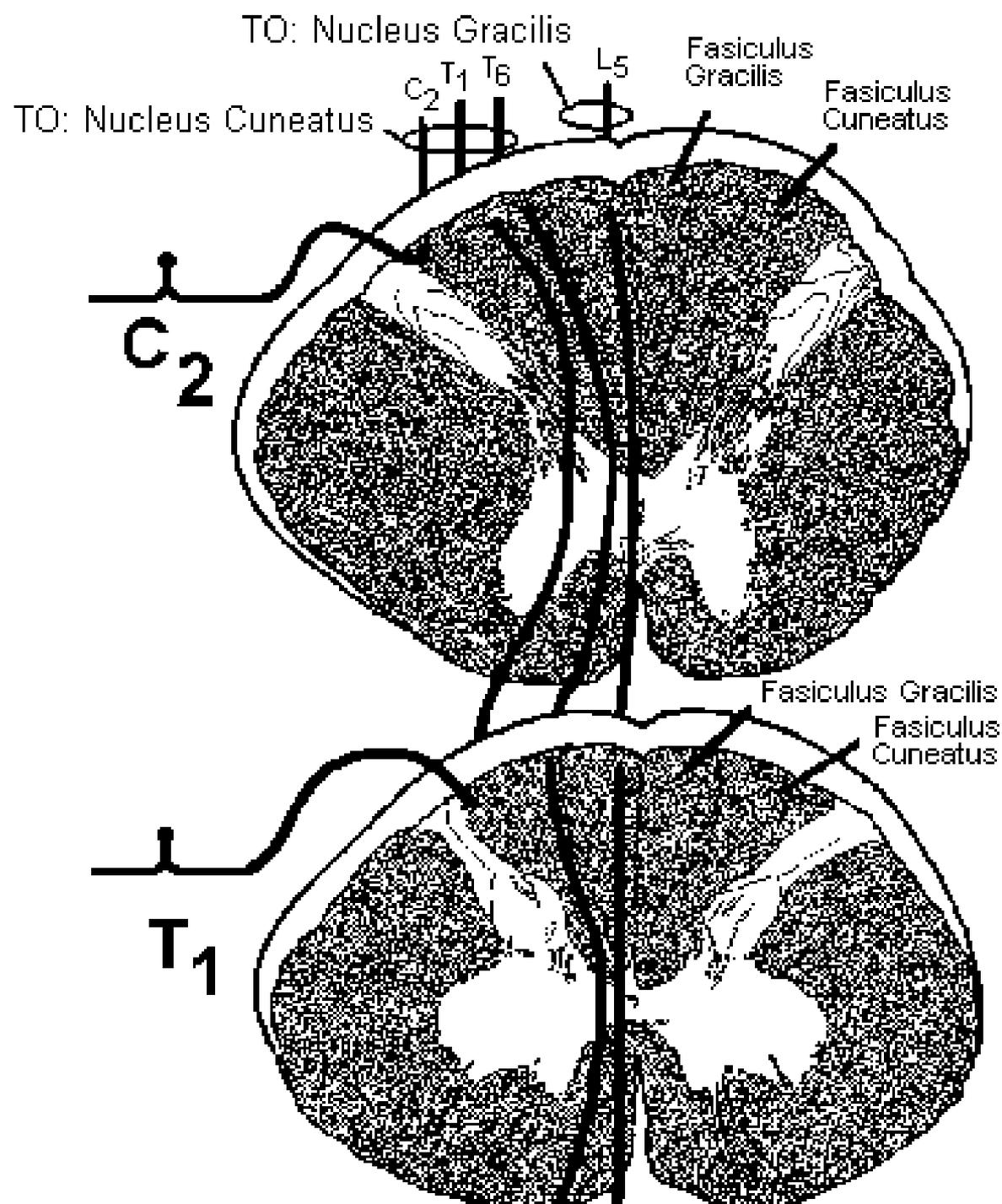
Neurotrasmettitore: glutamato

B) Via dei **cordoni (colonne) ventro-laterali** (o **spino-talamici**)

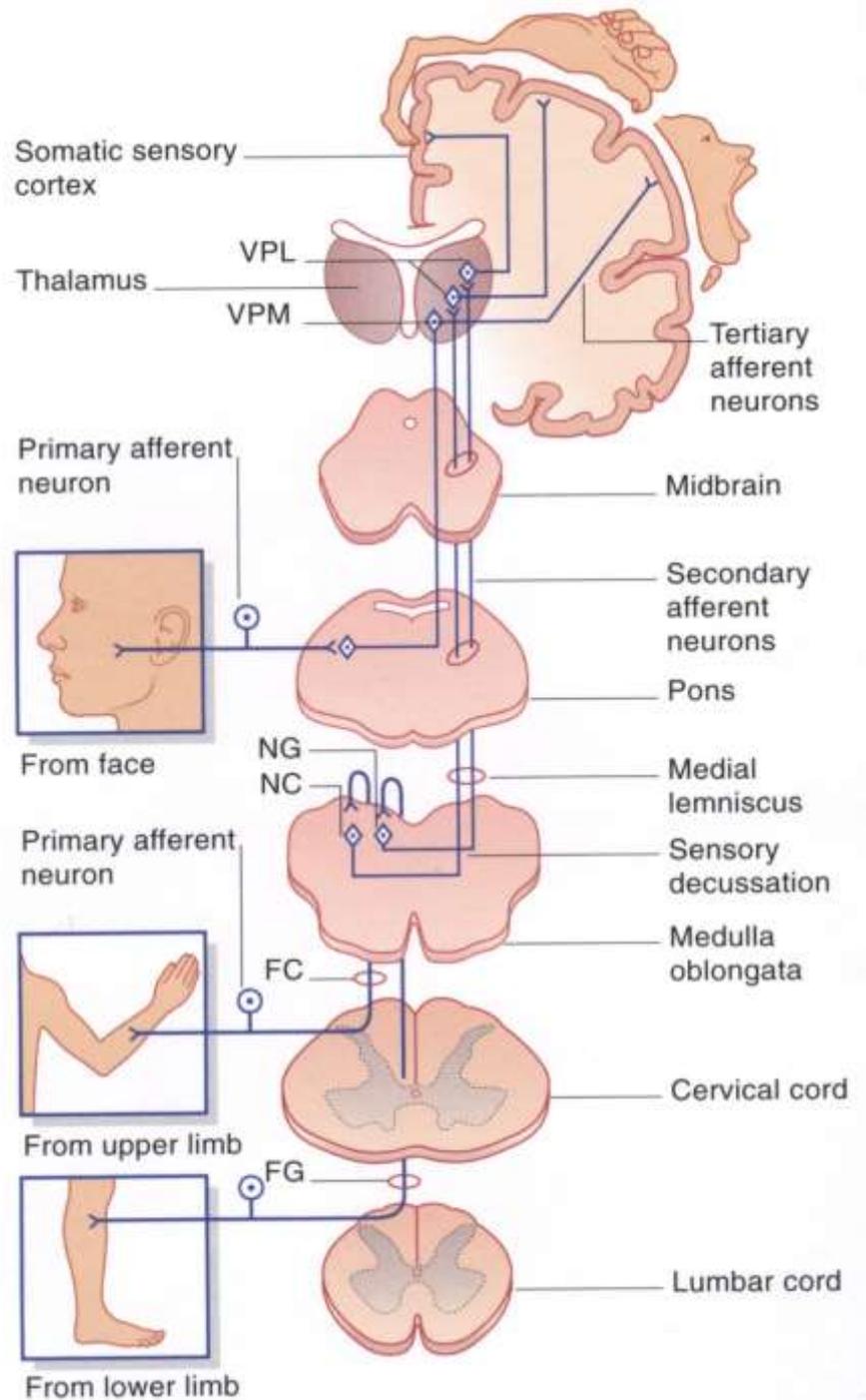
È la via della sensibilità termica, dolorifica e pressoria grossolana

Decorso: sostanza bianca del MS ventro-laterale (previa decussazione) ⇒ nuclei ventrali del talamo ⇒ area somatosensitiva secondaria corticale





colonne dorsali/lemnisco mediale



Sistema anterolaterale (fascio spino-talamico)

