

Lezioni Fisiologia umana

Paolo Onorati

E-mail paolo.onorati@uniroma1.it

Università degli Studi di Roma “La Sapienza”

**FISIOLOGIA
UMANA**

Il sistema somatosensitivo

Dipartimento di Fisiologia e Farmacologia

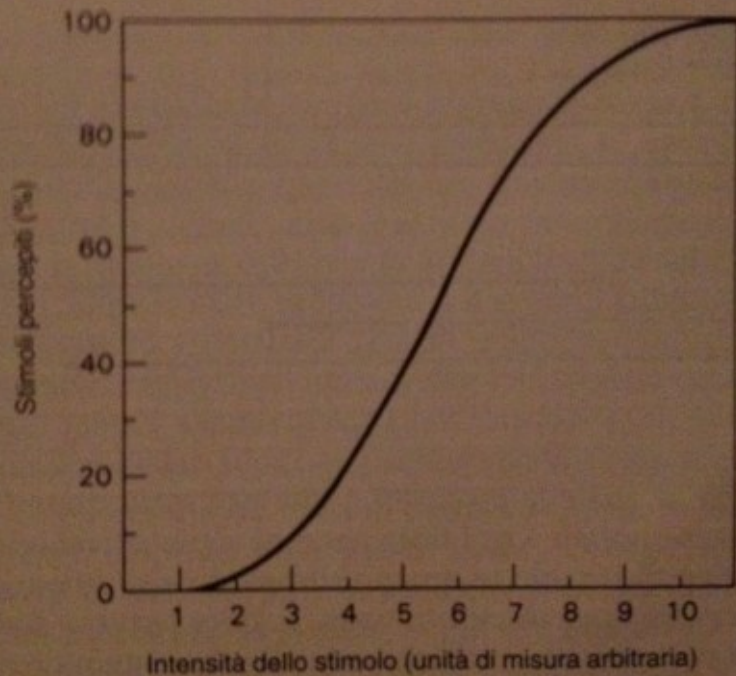


FIGURA 23-1

La percentuale degli stimoli percepiti in funzione della loro intensità (espressa in unità arbitrarie) viene detta funzione psicometrica.

Funzione psicometrica

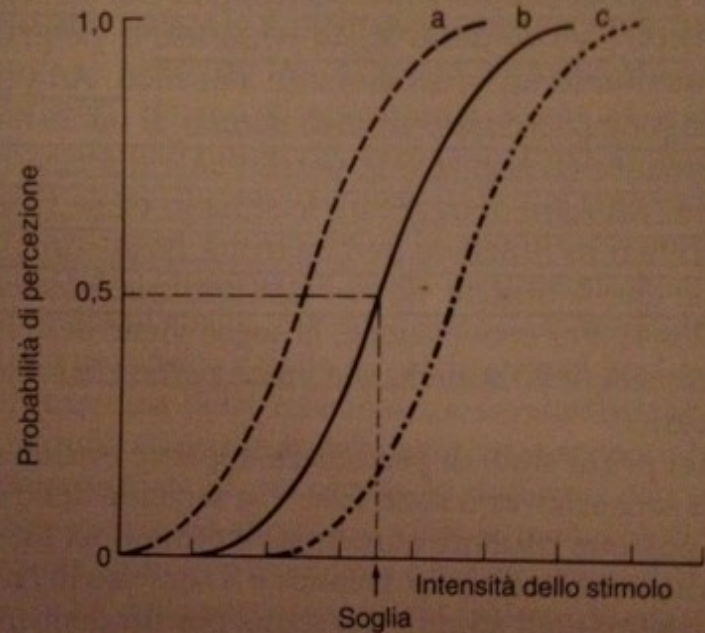


FIGURA 23-2

La soglia sensoriale assoluta (curva b) è il rapporto idealizzato che intercorre tra l'intensità dello stimolo e la probabilità di percezione dello stimolo stesso. Se aumenta la capacità del sistema sensoriale di percepire lo stimolo o diminuisce il criterio della risposta, si ottiene la curva a; se avviene il contrario si ottiene la curva c.

Le informazioni provenienti dal soma utilizzano particolari gruppi di fibre nervose per raggiungere il SNC.

La trasduzione viene dei segnali provenienti dall'ambiente avviene mediante particolare tipi di recettore

Tabella 24-1 Tipi di recettori che mediano le diverse sensazioni.

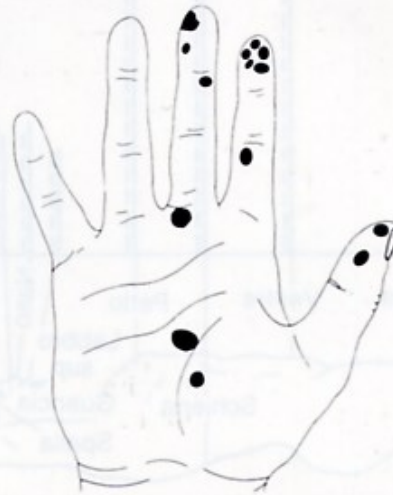
Tipo di recettore	Gruppo di fibre	Qualità
<i>Nocicettori</i>		
Meccanici	A δ	Dolore puntorio, acuto
Termici e mecano-termici	A δ	Dolore puntorio, acuto
Termici e mecano-termici	C	Dolore urente, lento
Polimodali	C	Dolore urente, lento
<i>Meccanocettori cutanei e sottocutanei</i>		
		Tatto
Corpuscolo di Meissner	A β	Tremolio
Corpuscolo del Pacini ¹	A β	Vibrazione
Corpuscolo di Ruffini	A β	Infossamento stazionario della cute
Recettore di Merkel	A β	Infossamento stazionario della cute
Recettori annessi ai peli robusti e della giarda	A β	Tremolio
Recettori annessi alla lanugine	A δ	
<i>Meccanocettori muscolari e scheletrici</i>		
		Propriocezione degli arti
Terminazioni fusali primarie	A α	
Terminazioni fusali secondarie	A β	
Organo tendineo del Golgi	A β	
Meccanocettori delle capsule articolari	A β	

¹ I corpuscoli del Pacini si trovano anche nel mesentero, tra i fasci muscolari e nelle membrane interossee.

Il tatto è mediato dai
meccanocettori della cute

I vari meccanicocettori della
cute glabra differiscono sia
per le dimensioni dei loro
campi recettivi che per la
loro velocità di adattamento
agli stimoli

A Meccanicocettori
a rapido adattamento

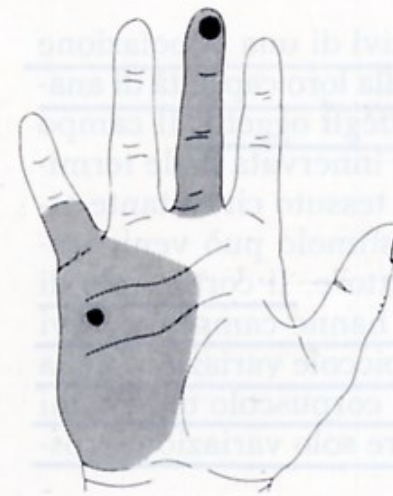


Corpuscoli di Meissner

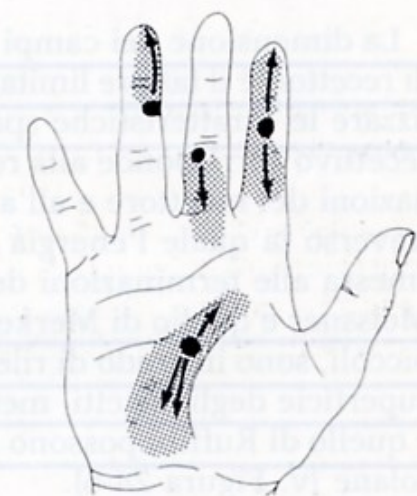
B Meccanicocettori
a lento adattamento



Recettori di Merkel

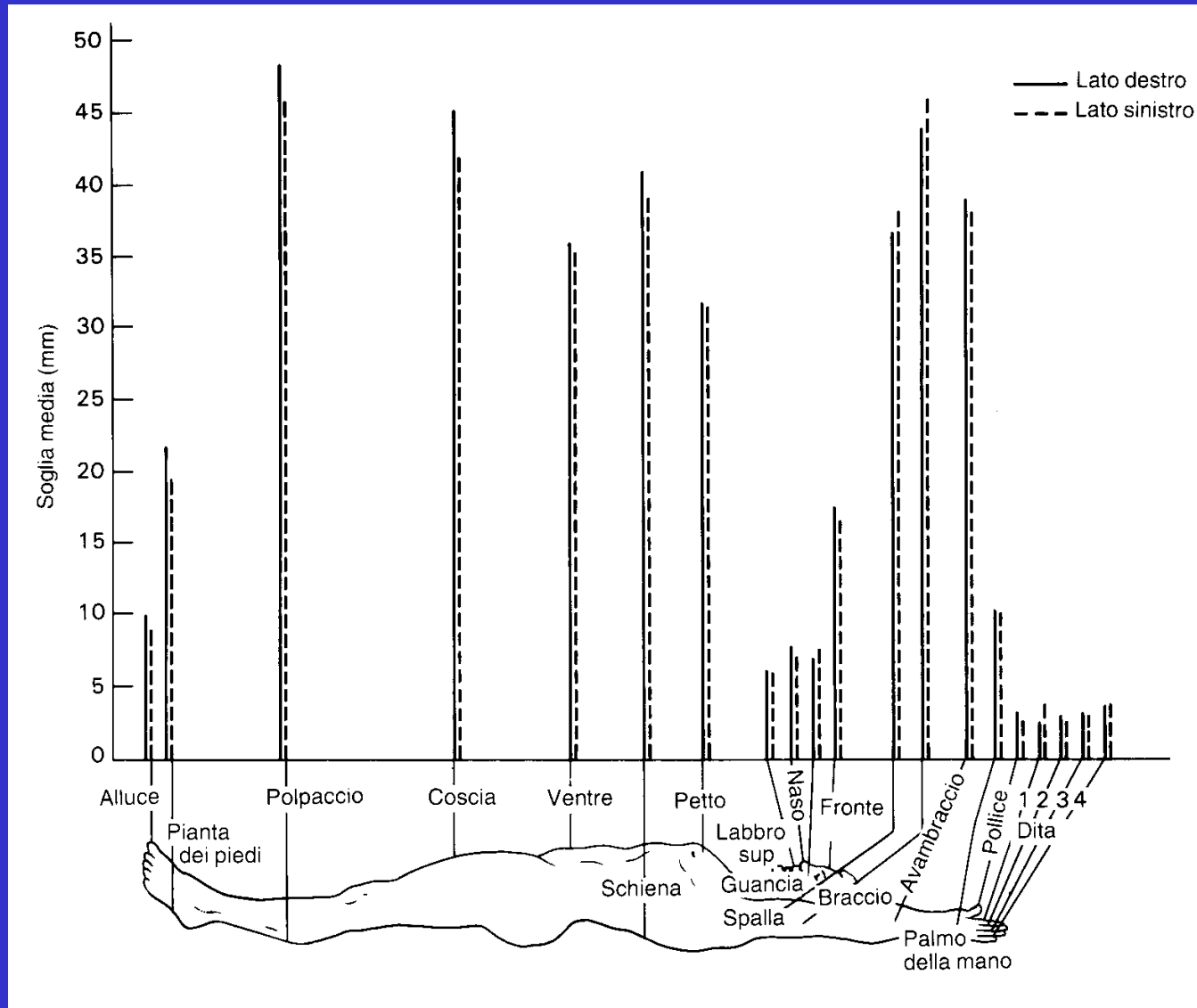


Corpuscoli del Pacini

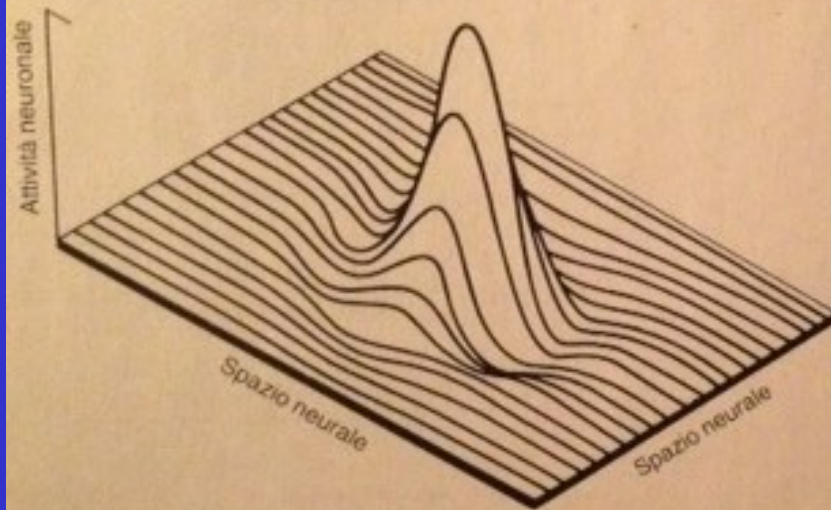


Corpuscoli di Ruffini

La *discriminazione* di due punti è differente nelle varie zone della superficie corporea



A Stimolazione di un punto



B Stimolazione di due punti

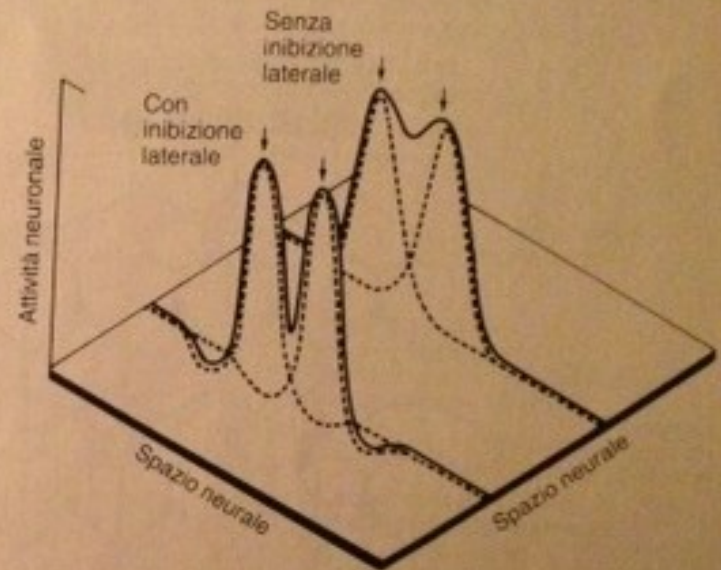


FIGURA 26-10

La discriminazione di due punti si basa sulla separazione dei segnali provenienti dai due punti stimolati. (Modificata, da Mountcastle e Darian-Smith, 1968).

A. In corteccia la stimolazione di un solo punto della cute attiva una popolazione di cellule con un massimo di attività a livello dei neuroni disposti al centro.

B. La stimolazione di due punti adiacenti attiva due popolazioni

di cellule, ciascuna delle quali presenta un picco di attività. In un caso è presente l'inibizione laterale (ricorrente) e quindi i neuroni attivati eccitano interneuroni inibitori che, a loro volta, inibiscono le cellule vicine meno attive. Nell'altro caso manca l'inibizione laterale e quindi ogni popolazione attivata ha una rappresentazione corticale più vasta. Di conseguenza, i due picchi di attività finiscono col fondersi l'uno con l'altro.

La **propriocezione** (senso di posizione e movimento) degli arti è mediata dalle fibre afferenti dai muscoli.

Il **SENSO DI POSIZIONE** degli arti

Il **SENSO DI MOVIMENTO** degli arti (**cinestesia**)



Sono importanti per il **mantenimento dell'equilibrio**, per il

controllo del movimento degli arti, e per la

valutazione della forma degli oggetti mediante la loro **manipolazione**

La **posizione statica** di un arto e la **velocità** e la **direzione** del suo movimento possono essere segnalati da tre tipi di recettori periferici:

- 1) **Meccanocettori delle capsule articolari**
- 2) **Recettori del fuso neuromuscolare**
- 3) **Meccanocettori cutanei**

Blocco selettivo dei recettori articolari e cutanei: rimangono attivi i recettori muscolari

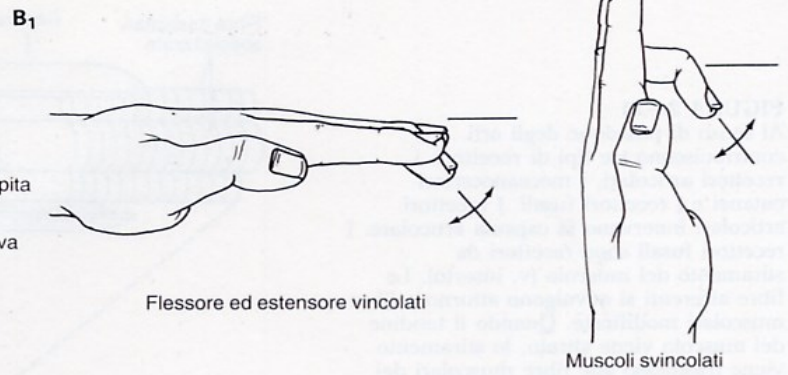
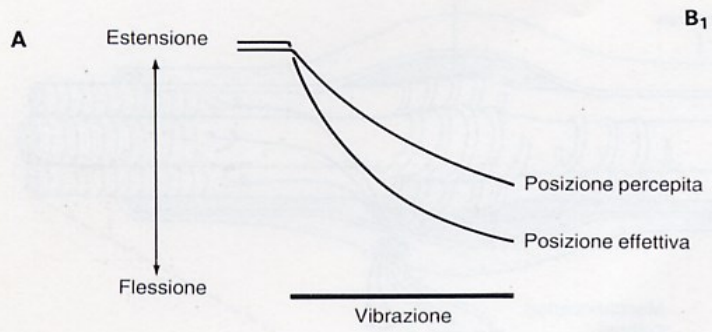


FIGURA 24-12
A. La vibrazione di un muscolo produce un'illusione relativa alla posizione dell'arto. Poiché il muscolo possiede dei recettori da stiramento che eccitano i motoneuroni che lo innervano, la vibrazione del muscolo ha un effetto simile a quello della percussione del suo tendine. La stimolazione fa contrarre il muscolo e quindi provoca il movimento dell'arto. Quando viene fatto vibrare il tendine del bicipite, il soggetto percepisce l'avambraccio in una posizione più estesa di quella che esso ha in realtà. Si noti che l'illusione del movimento dell'arto è di estensione.
B. Perché si abbia la massima acuità propriocettiva è necessario il contributo dei recettori muscolari, articolari e cutanei. Il contributo di questi tre tipi di recettori al senso di posizione può essere studiato sperimentalmente su soggetti umani. I recettori articolari e cutanei delle dita vengono anestetizzati mediante il blocco del circolo locale. In queste condizioni la flessione dell'articolazione metacarpo-falanga svincola i muscoli della falange distale. Quindi, il movimento dell'ultima falange non modifica la lunghezza dei muscoli e, pertanto, non attiva i recettori muscolari.

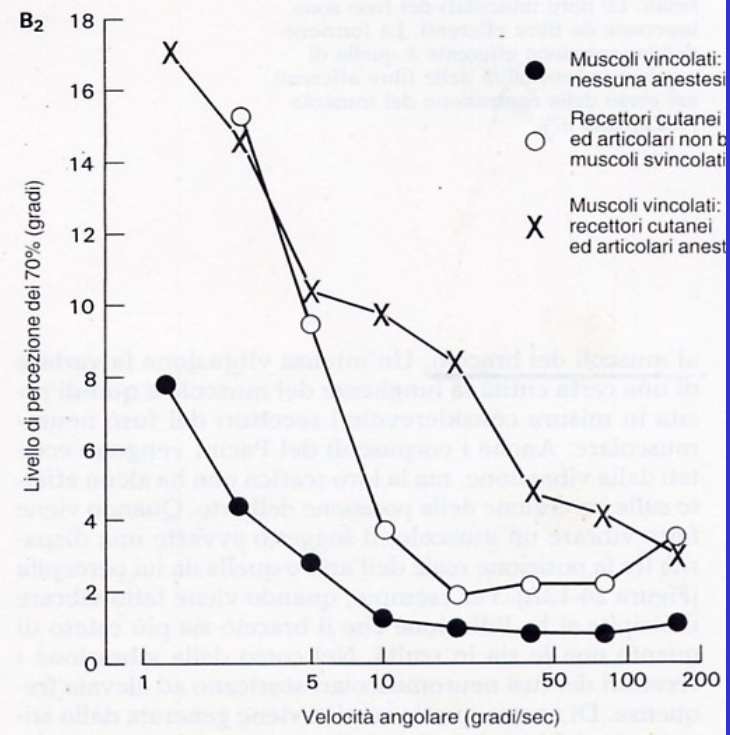
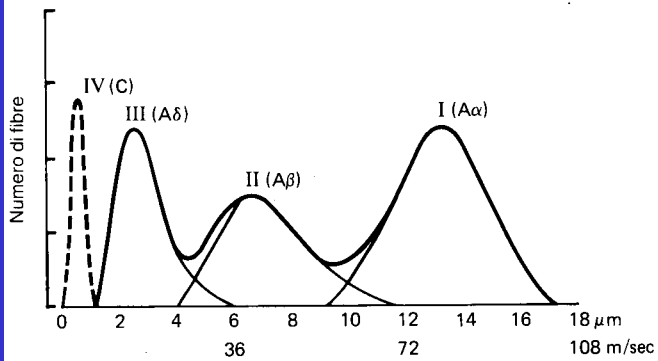


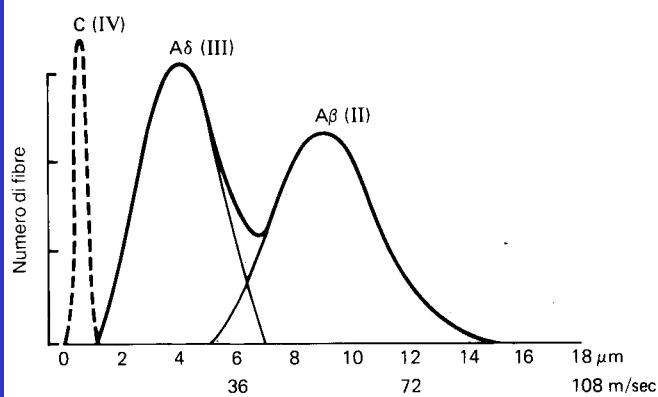
Tabella 24-2 Gruppi di fibre afferenti.

	Nervo muscolare	Nervo cutaneo	Diametro delle fibre (μm)	Velocità di conduzione (m/s)
Mieliniche				
Grandi	I		13-20	80-120
Piccole	II	A β	6-12	35-75
Molto piccole	III	A δ	1-5	5-30
Amieliniche	IV	C	0,2-1,5	0,5-2

A Nervo muscolare



B Nervo cutaneo



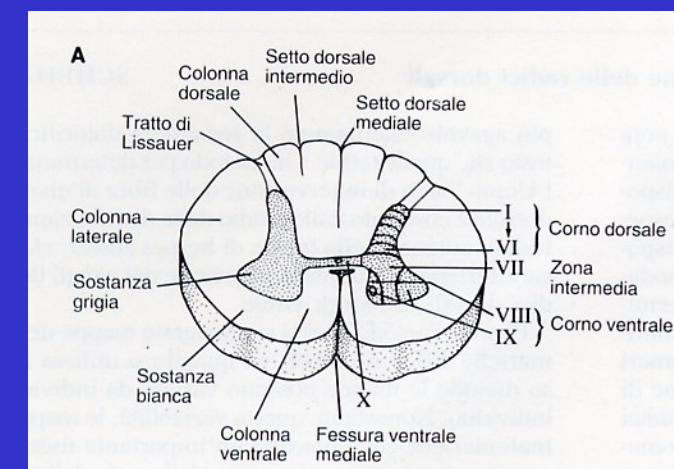
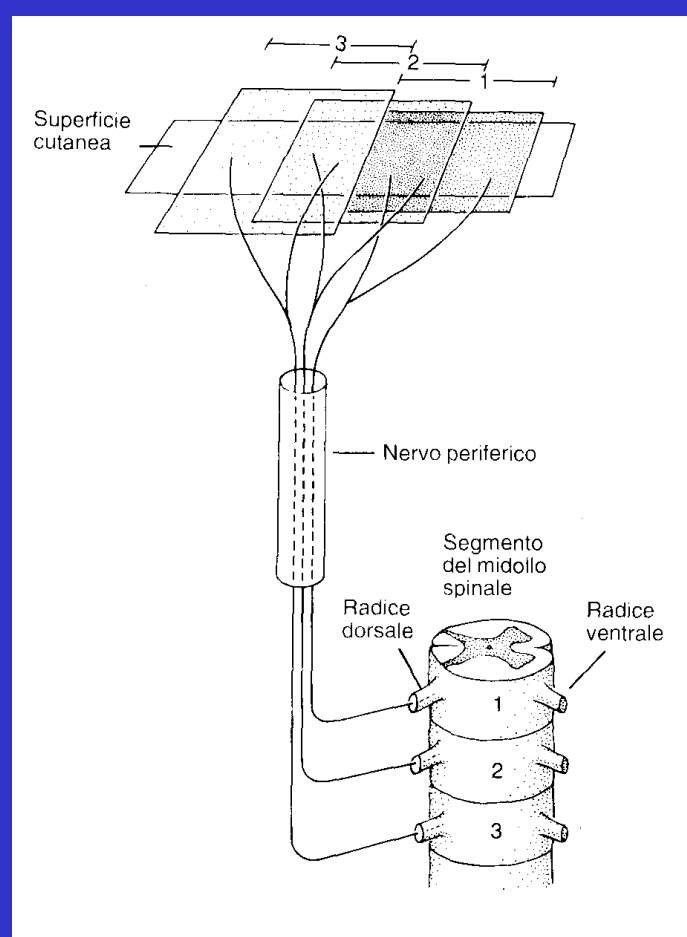
Le fibre afferenti penetrano nel midollo spinale attraverso le radici dorsali. Le fibre nervose afferenti provenienti da una regione cutanea si riuniscono insieme formando un nervo spinale dal quale poi si distribuiscono a più radici dorsali.

Il midollo spinale è la prima stazione di ritrasmissione delle informazioni somatosensitive

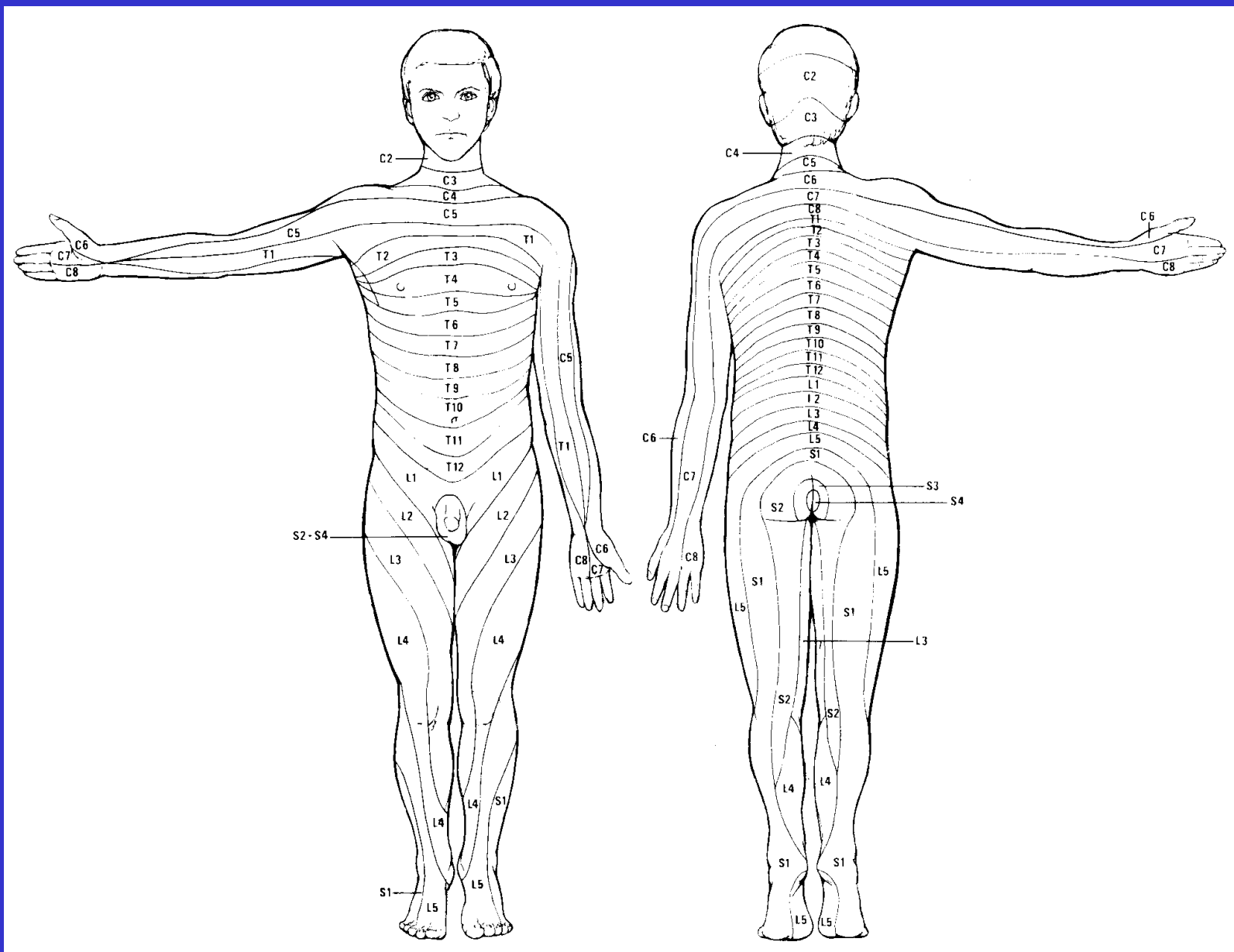
La sostanza grigia del midollo spinale contiene corpi di cellule nervose.

Rexed nel 1952 ne propose la suddivisione in 10 strati.

Le lamine I-VI corrispondono al corno dorsale, la VII alla zona intermedia, la VIII e la IX al corno anteriore, la X circonda il canale centrale



Distribuzione dei dermatomeri (territori di innervazione delle radici dorsali) sulla superficie corporea



La sostanza bianca midollare è suddivisa in tre paia di colonne o funicoli:

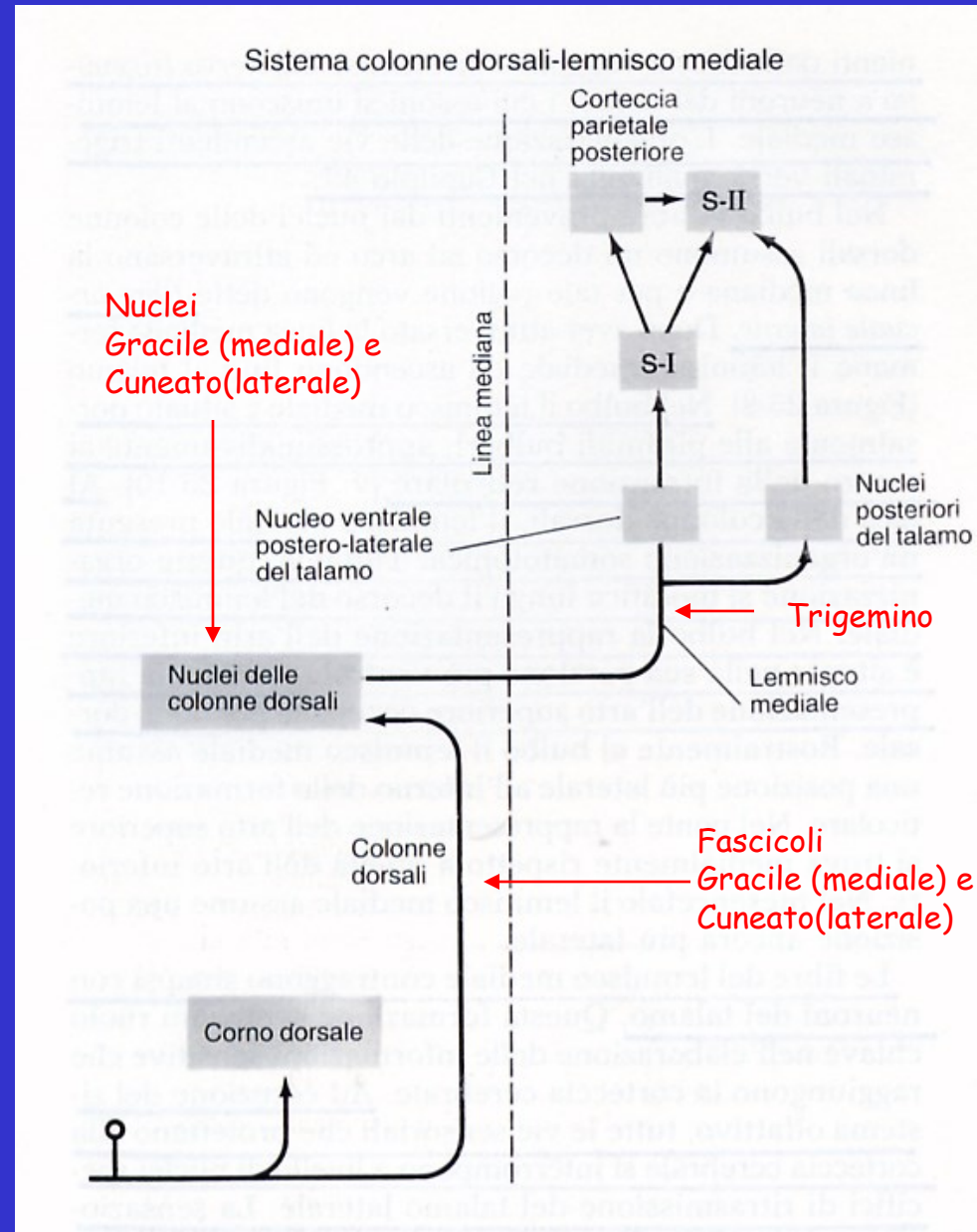
- 1) Le colonne dorsali conducono informazioni somatosensitive al bulbo
- 2) Le colonne laterali contengono informazioni provenienti da centri cerebrali sensitivi, motori ed autonomi e vie somatosensitive ascendenti destinate al cervello
- 3) Le colonne ventrali disposte medialmente al corno ventrale contengono fibre discendenti dal cervello che controllano la *muscolatura assiale*

Le informazioni sensitive vengono ritrasmesse alla corteccia cerebrale da due principali sistemi ascendenti:

- 1) Il sistema colonne dorsali - lemnisco mediale
- 2) Il sistema anterolaterale

1) Il sistema colonne dorsali - lemnisco mediale

Ritrasmette informazioni riguardanti la **sensibilità tattile** (tatto e vibrazione-pallestesia) e quella **propriocettiva degli arti superiori**. Prende origine dai grandi assoni delle **fibre afferenti primarie** e in misura minore da **assoni delle lamine III e IV**, ascende sino al bulbo contraendo sinapsi con i **nuclei delle colonne dorsali**; da questi origina il **lemnisco mediale** che decussa e ascende sino al **talamo** da dove proietta alla **corteccia parietale anteriore** attraverso la capsula interna. Le informazioni propriocettive dell'arto inferiore vengono ritrasmesse dalla **parte dorsolaterale della colonna laterale**

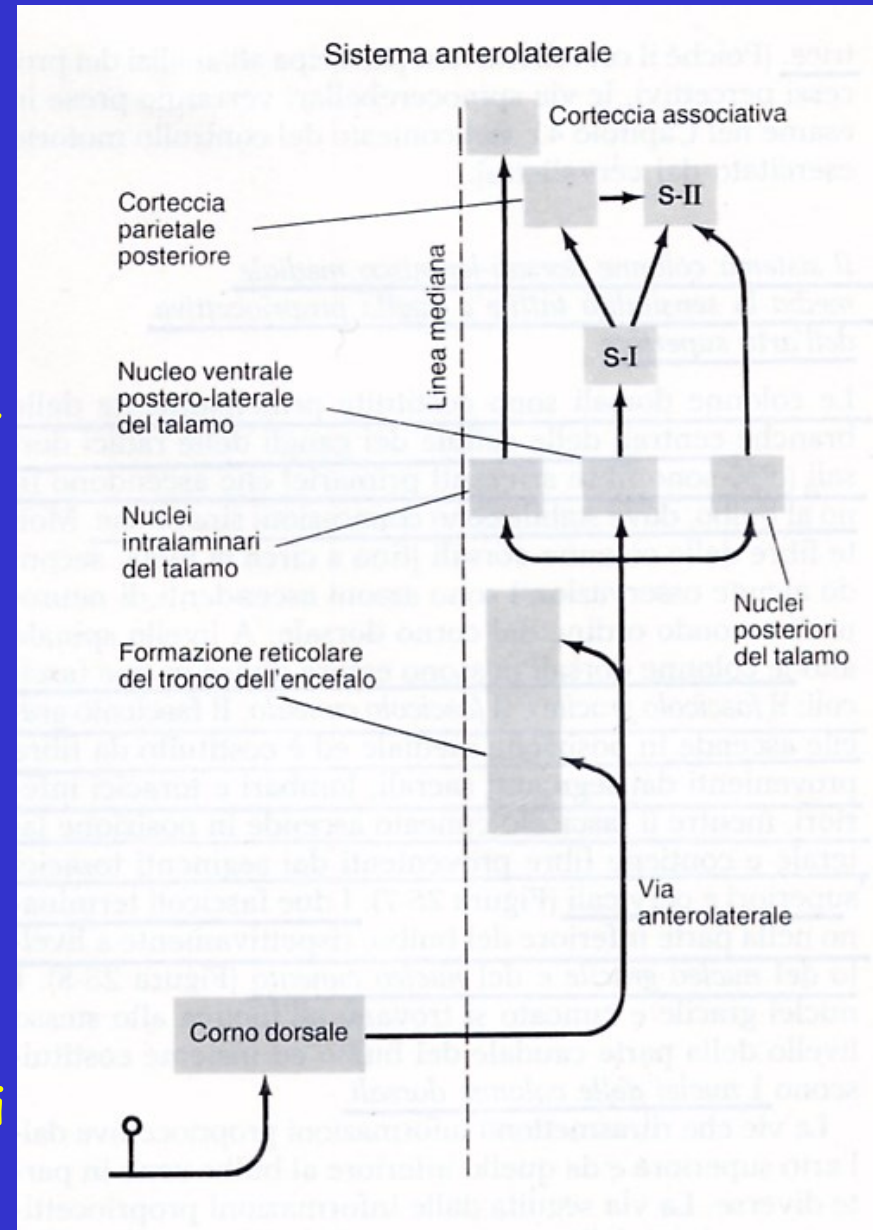


2) Il sistema anterolaterale

Il sistema anterolaterale trasmette informazioni dolorifiche e termiche. Origina dalla lamina I e dalle profonde del corno dorsale, decussa a livello segmentale dove ascende a livello della parte anterolaterale della colonna laterale terminando in tre regioni cerebrali:

- 1) Formazione reticolare pontina e bulbare
- 2) Il mesencefalo
- 3) Il talamo

Questo sistema ritrasmette informazioni **dolorifiche e termiche**, ma anche informazioni **tattili**



Il sistema colonne dorsali-lemnisco mediale e una parte del sistema anterolaterale svolgono un importante ruolo funzionale nella *percezione*. Altre vie somatiche ascendenti svolgono un ruolo nel *controllo del movimento*, nel *mantenimento dello stato di vigilanza* e al *controllo delle funzioni viscerali*.

Le informazioni propriocettive relative alla *percezione del movimento* degli arti vengono inviate alla corteccia cerebrale, le informazioni relative ai *riflessi* vengono elaborate a livello segmentale, mentre quelle relative alla *regolazione dei riflessi e per il movimento volontario* raggiungono il cervelletto, i nuclei del tronco encefalico e la corteccia motoria

Tutte le vie sensoriali che proiettano alla corteccia cerebrale si interrompono a livello dei nuclei specifici talamici

Tronco e arti => N. Ventralepostero-laterale

Faccia => N. Ventralepostero-mediale

Il sistema anterolaterale media la sensibilità dolorifica e quella termica. Differisce dal sistema colonne dorsali-lemnisco mediale perché:

- 1) Le cellule di origine sono collocate nel corno dorsale
- 2) Decussa a livello spinale
- 3) Termina oltre che nel talamo anche, in modo diffuso, nel tronco e nell'ipotalamo
- 4) Proietta alla corteccia anche ipsilateralmente.

Il sistema anterolaterale è costituito dai tratti:

- | | | |
|--|---|--|
| 1) <u>Spinoreticolare</u> | → | Sensazioni termodolorifiche |
| 2) <u>Spinotalamico</u> | | |
| 3) <u>Spinomesencefalico</u>
(spinotettale) | → | Collicolo superiore |
| | → | Grigio periacqueduttale
(ritrasmissione inf. Dolorifiche) |

Il sistema anterolaterale termina a livello talamico:

- 1) n. ventrale posterolaterale
- 2) N. intralaminari
- 3) N. posteriori

Tabella 25-1 Confronto tra sistema anterolaterale e sistema colonne dorsali-lemnisco mediale.

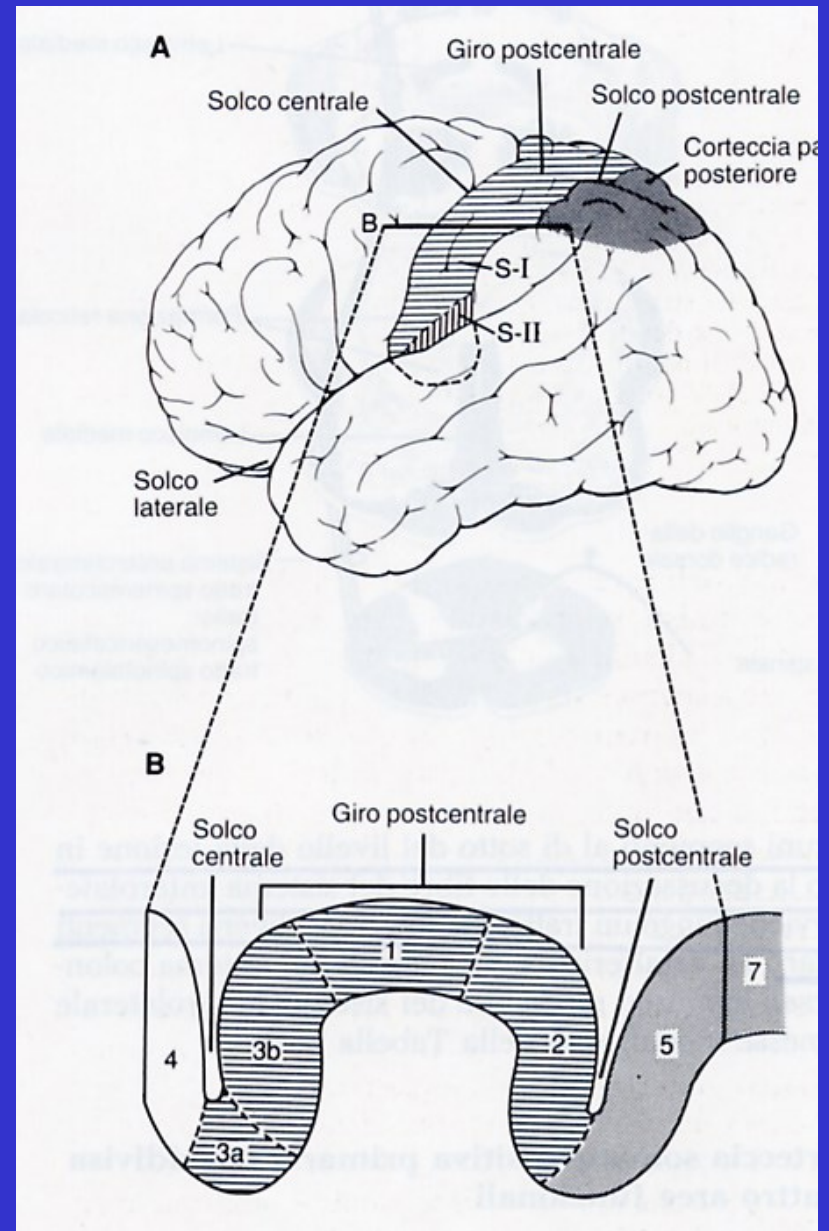
	Anterolaterale	Colonne dorsali-lemnisco med
Modalità	Dolore Sensibilità termica Tatto grossolano	Tatto Propriocezione (solo degli arti sup
Localizzazione spinale	Colonna anterolaterale	Colonna dorsale
Livello di decussazione	Midollo spinale	Bulbo
Terminazioni a livello del tronco dell'encefalo	Formazione reticolare del tronco dell'encefalo	Nucleo ventrale postero-laterale e gruppo nucleare posteriore del talamo
	Regione tettale del mesencefalo Nucleo ventrale postero-laterale, gruppo nucleare posteriore del talamo, nuclei intralaminari	
Terminazioni corticali	Cortecce somatosensitive primaria e secondaria e corteccia posteriore	Cortecce somatosensitive primaria e secondaria e corteccia parietale posteriore

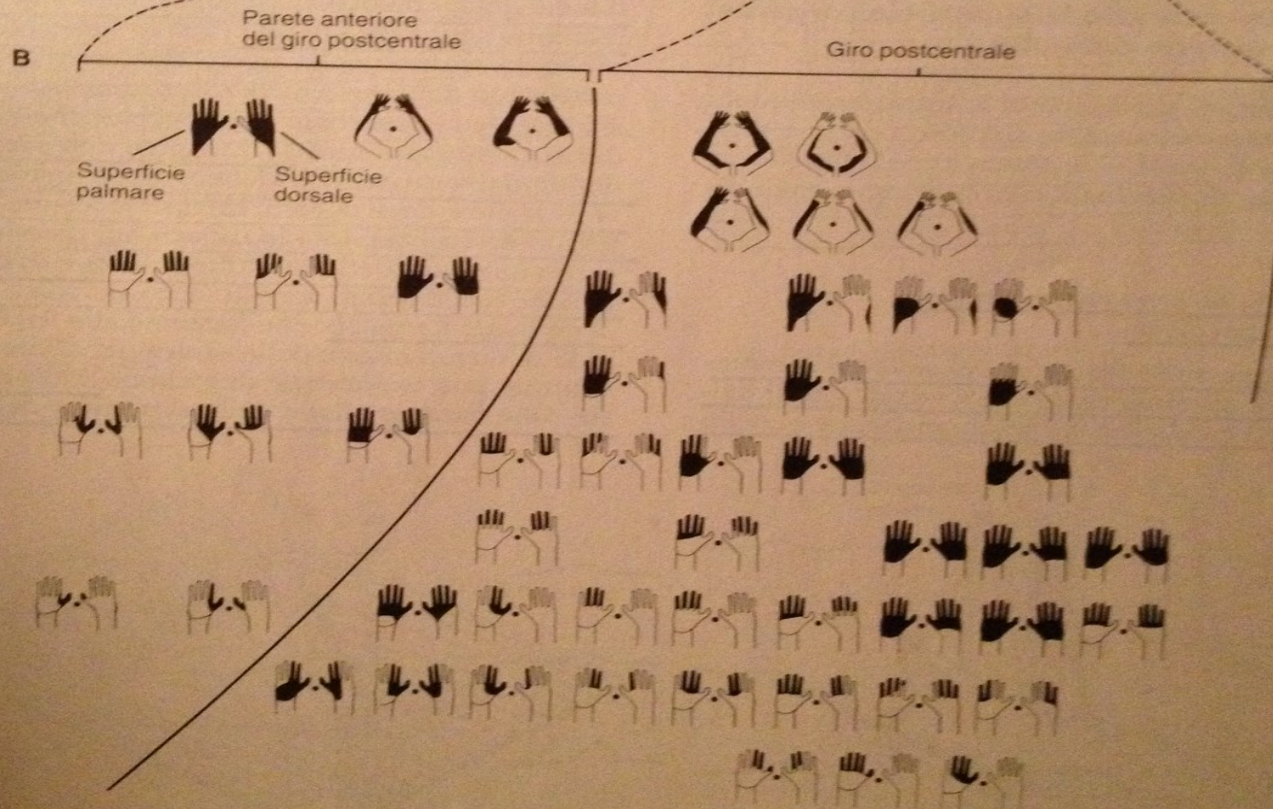
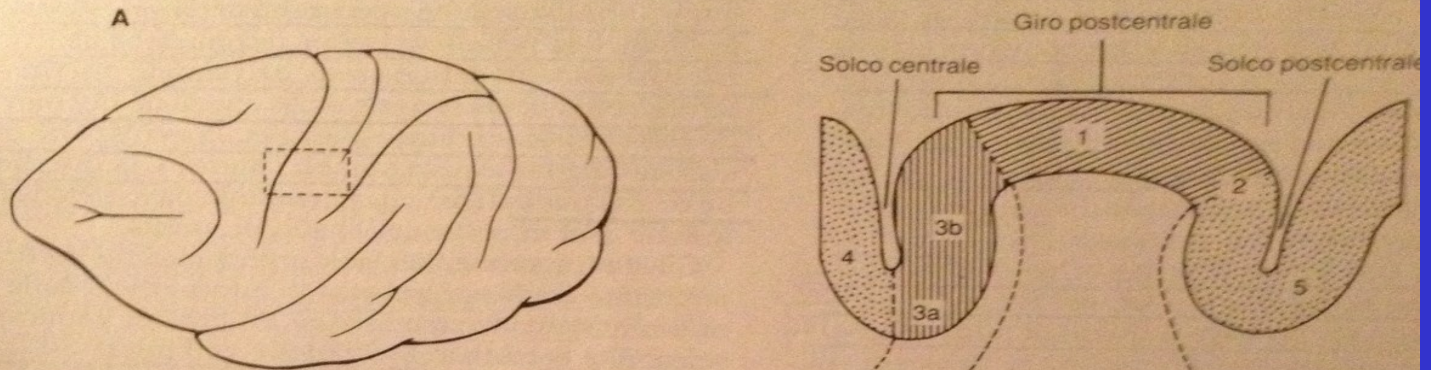
La corteccia somatosensitiva primaria SI è situata nel giro postcentrale e nella profondità del solco centrale. È costituita da 4 diverse aree: 1, 2, 3a, 3b. Le proiezioni talamiche a SI sono organizzate in maniera somatotopica.

Lateralmente e posteriormente a SI troviamo SII che occupa il labbro superiore del solco laterale.

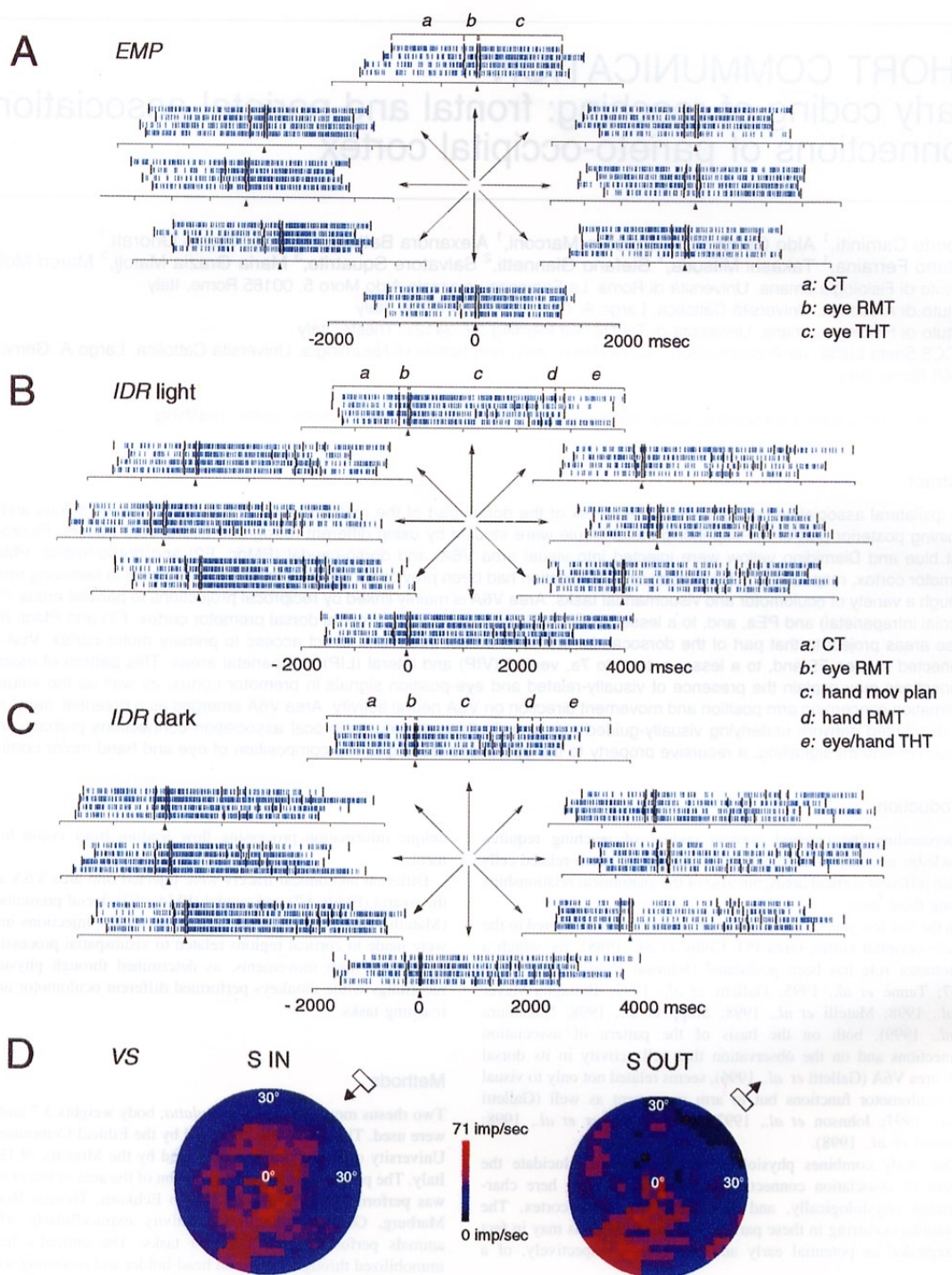
SII riceve principalmente da SI e proietta all'insula.

Anche il lobo parietale posteriore riceve afferenze somatiche; mette in relazione l'elaborazione sensitiva con quella motoria ed è implicato nei processi di integrazione delle diverse modalità somato sensitive che conducono alla percezione.





Tipi di integrazione a livello del lobo parietale posteriore



Da S-I partono
assoni di neuroni
piramidali a diverse
strutture corticali
e/o sottocorticali
ipsi e/o
contralaterali.

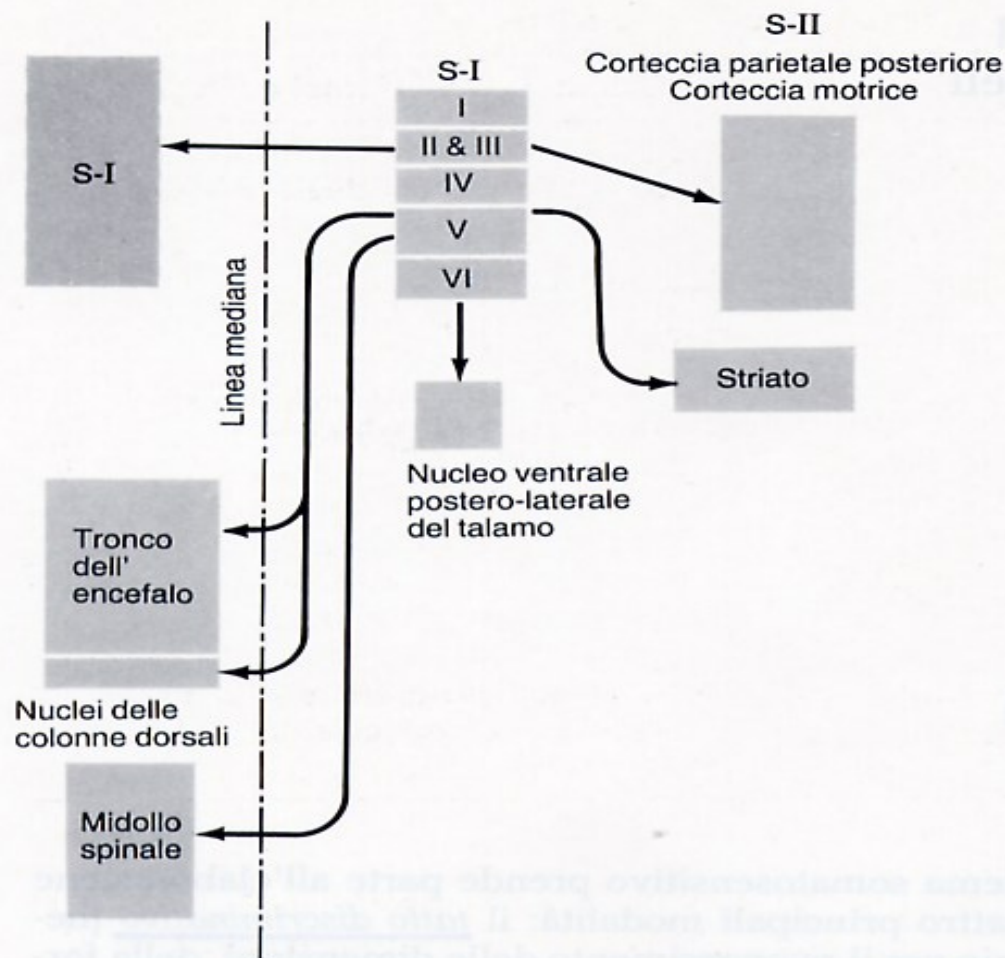


FIGURA 25-12

I neuroni dei diversi strati della corteccia somatosensitiva primaria (S-I) proiettano a strutture differenti. Le cellule piramidali del II e III strato proiettano ad altre aree corticali, mentre quelle del V e VI strato proiettano a strutture sottocorticali. Il I strato contiene pochi neuroni; esso è occupato principalmente da dendriti di neuroni degli strati più profondi di S-I e da assoni di neuroni di altre regioni corticali e del tronco dell'encefalo. Il IV strato contiene interneuroni che proiettano ad altri strati corticali.