

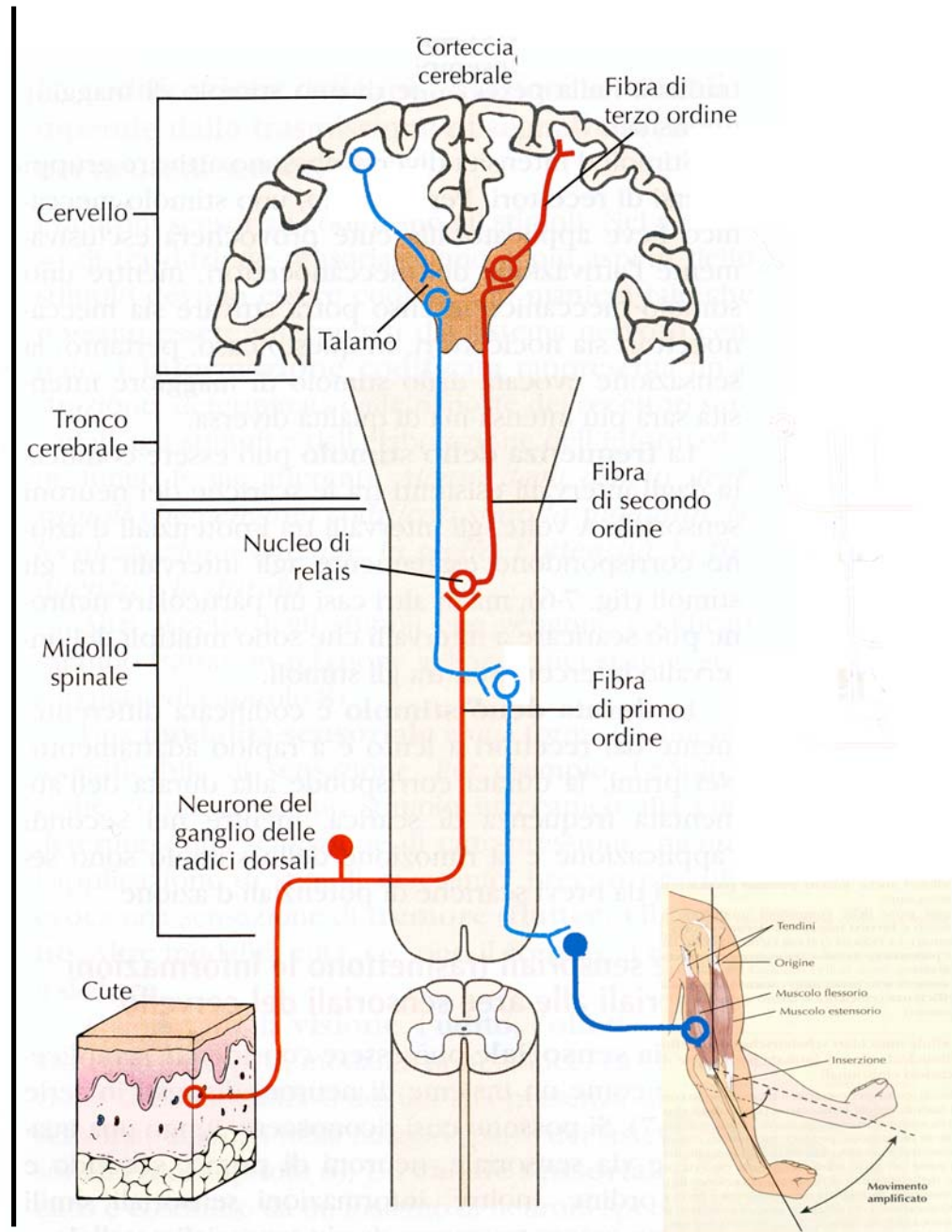
# La comunicazione elettrica

## Omeostasi

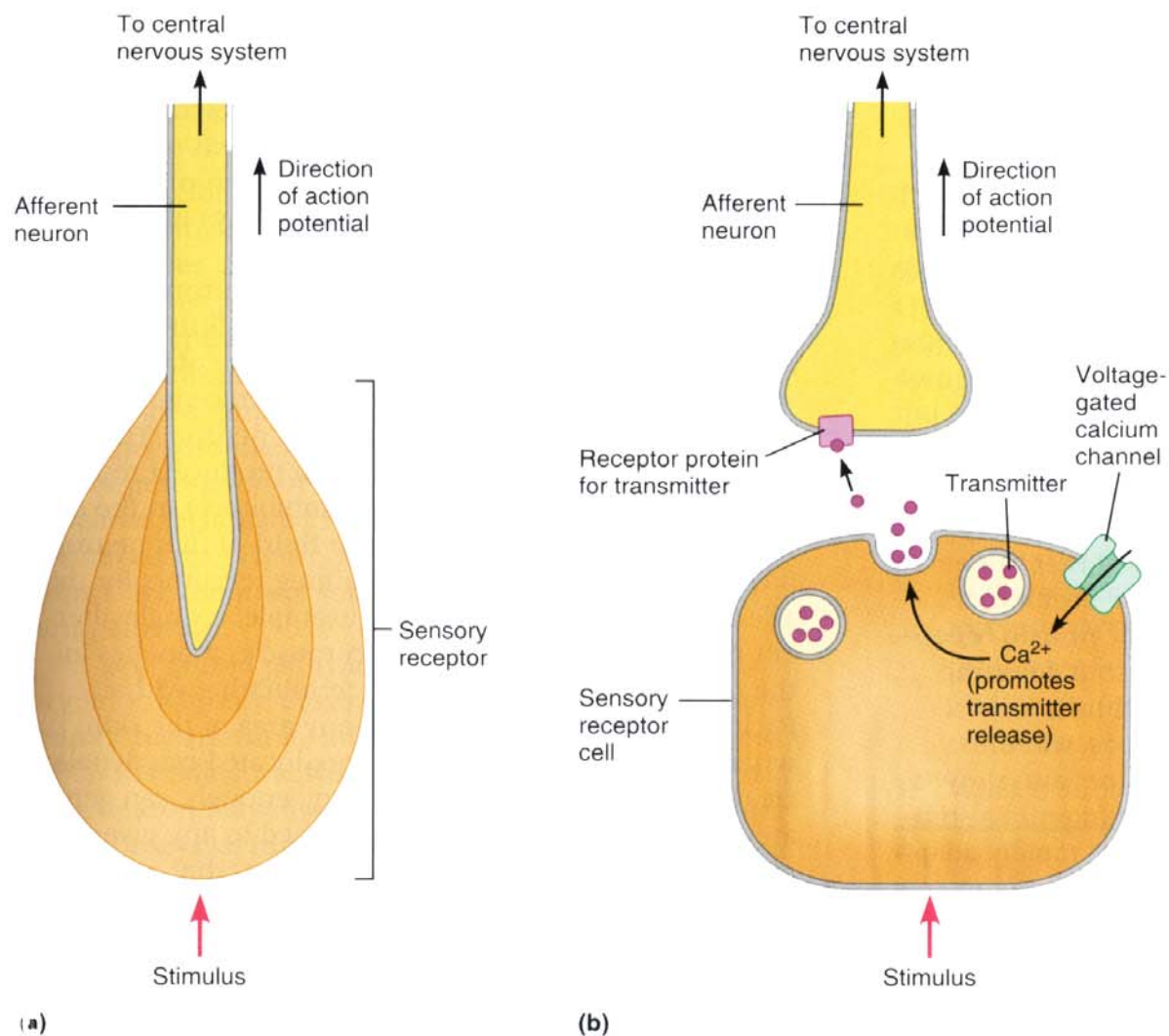
"Mantenimento di condizioni stabili mediante meccanismi fisiologici coordinati"

- 1) Comunicazione tra cellule
- 2) Interazione con l'esterno
- 3) Reazione agli stimoli
- 4) Autoritmicità (cuore, respiro)

**N.B. Decussazione vie afferenti ed efferenti!**



# La natura delle cellule recettoriali: cellule specializzate neuronali o non

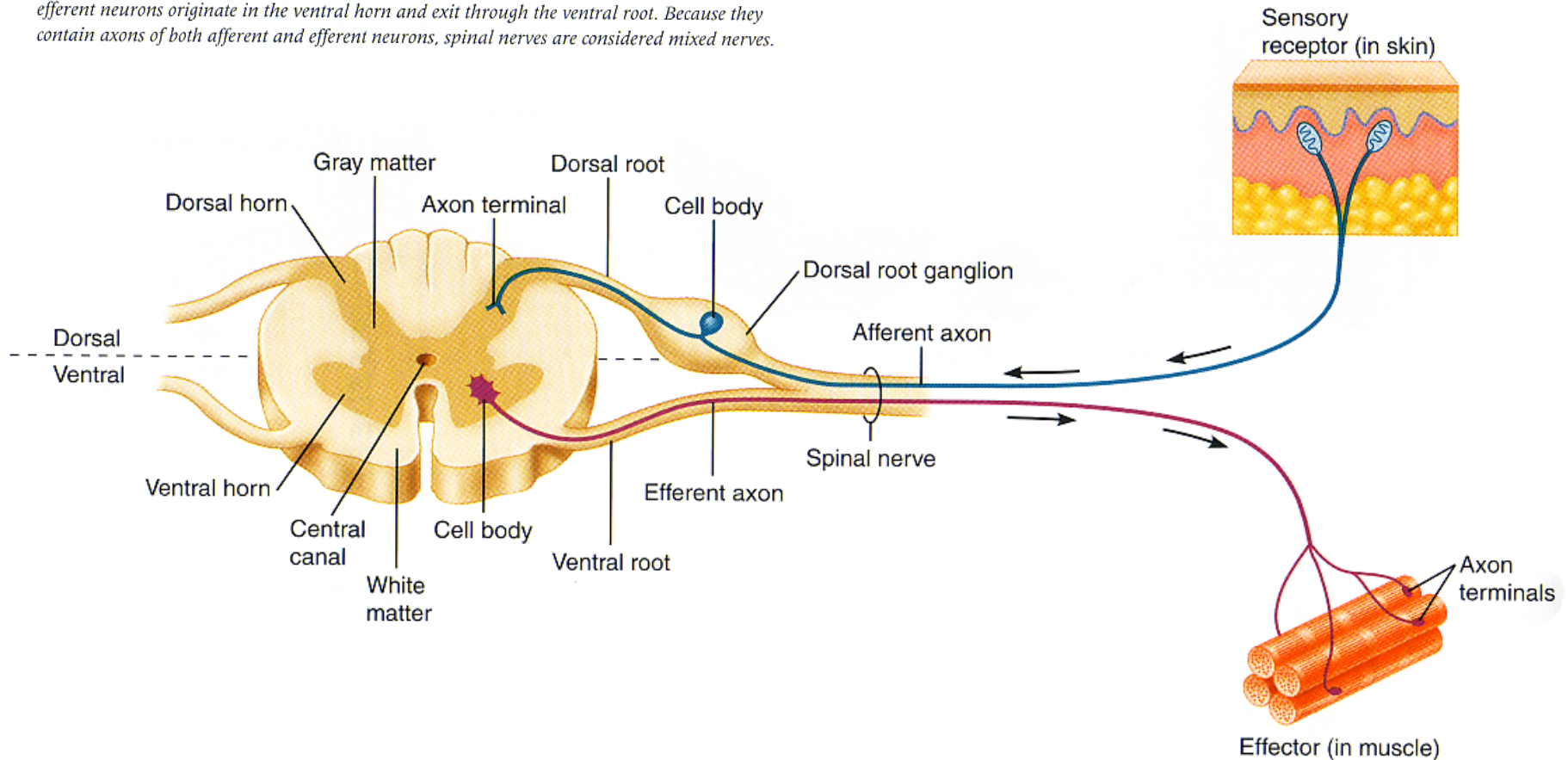


**FIGURE 9.2 Structure and function of sensory receptors.**

**(a)** A sensory receptor that is a specialized ending of an afferent neuron. The stimulus acts on the sensory receptor by opening or closing ion channels, thus producing a receptor potential. **(b)** A sensory receptor that is a separate cell from the afferent neuron. The stimulus changes the membrane potential of the receptor cell, which opens or closes a calcium channel, and cytosolic calcium concentration increases or decreases. Changes in calcium concentration trigger or inhibit the release of a chemical transmitter by exocytosis. The transmitter communicates to the afferent neuron by binding to receptors on the afferent ending.

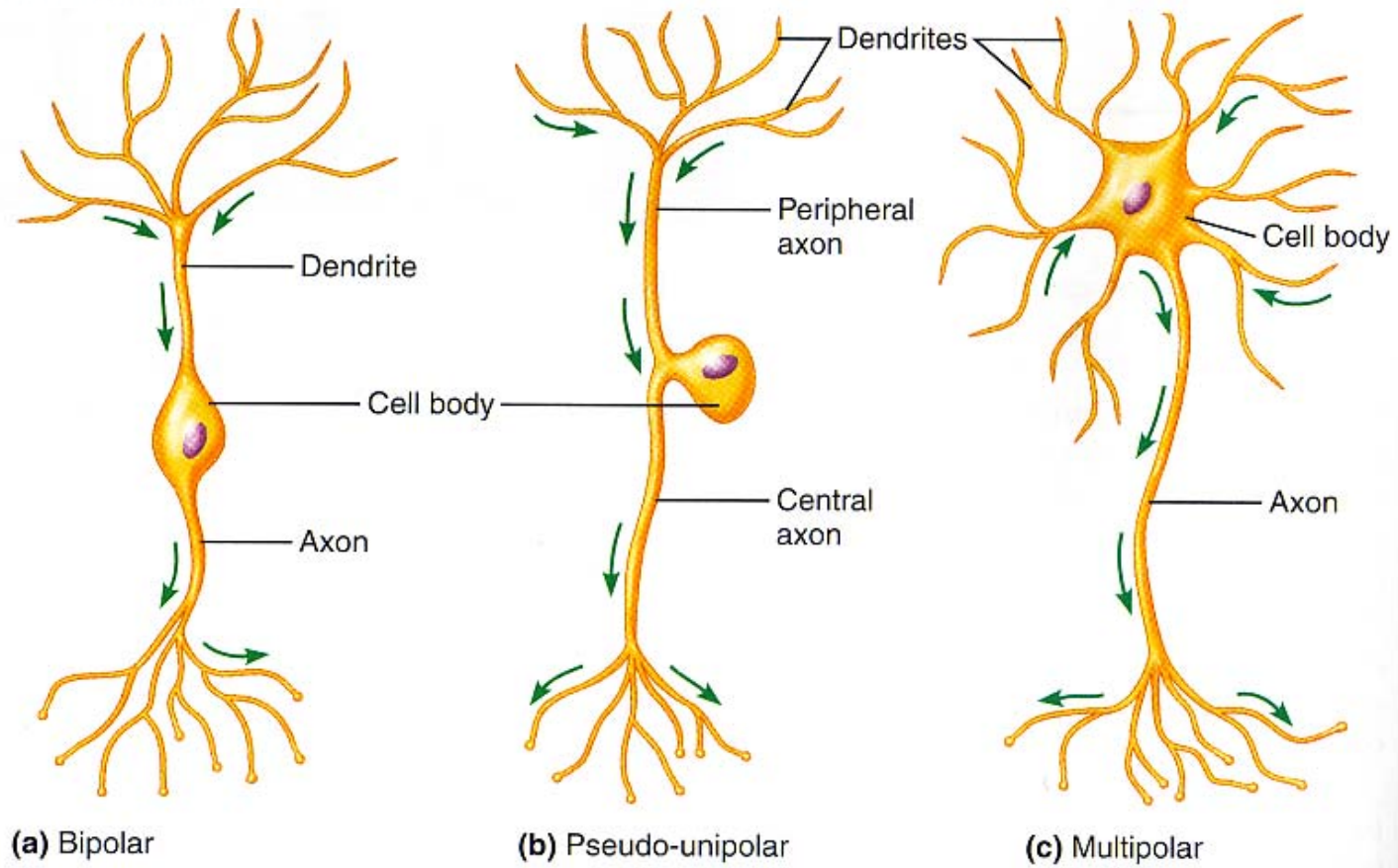
# Il primo neurone della via afferente è un neurone a T

**FIGURE 8.7 Spinal cord gray matter and spinal nerves.** *This cross section of the spinal cord at the lumbar level reveals the two functional halves of spinal cord gray matter: dorsal and ventral. Axons of afferent neurons enter the spinal cord through the dorsal root and terminate in the dorsal horn; their cell bodies are located in dorsal root ganglia. Axons of efferent neurons originate in the ventral horn and exit through the ventral root. Because they contain axons of both afferent and efferent neurons, spinal nerves are considered mixed nerves.*



# I diversi tipi di neuroni

**FIGURE 6.3 Structural classes of neurons.** (a) A bipolar neuron. Afferent neurons associated with vision and olfaction are bipolar neurons. (b) A pseudo-unipolar neuron. The vast majority of afferent neurons are pseudo-unipolar. (c) A multipolar neuron. Most neurons are multipolar neurons.



# La classificazione di una cellula recettoriale è basata sulla natura del corrispondente *stimolo adeguato*

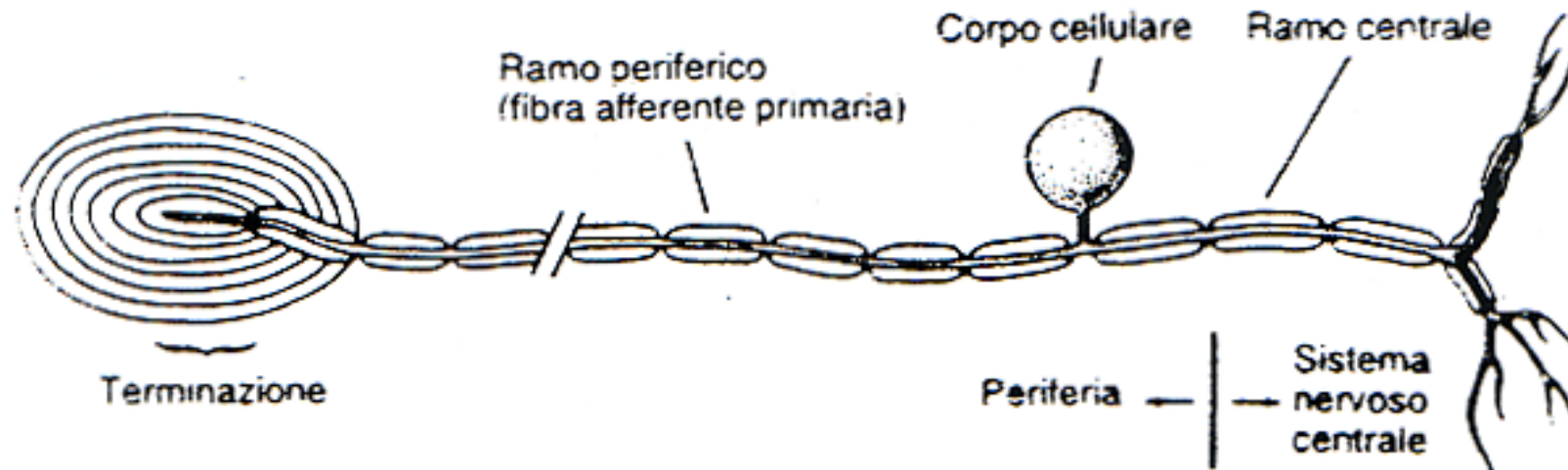
**TABLE 9.1 CHARACTERISTICS OF  
SENSORY RECEPTORS**

<b>RECEPTOR CLASS</b>	<b>SENSATION/VISCERAL INFORMATION</b>	<b>MODALITY</b>
Photoreceptors	Vision	Photons of light
Chemoreceptors	Taste	Chemicals dissolved in saliva
	Smell	Chemicals dissolved in mucus
	Pain	Chemicals in extracellular fluid
	Blood oxygen	Oxygen dissolved in plasma
	Blood pH	Free hydrogen ions in plasma
Thermoreceptors	Warmth	Increase in temperatures between 37°C and 45°C
Mechanoreceptors	Blood pressure	Stretch of specific blood vessel wall
	Osmolarity of extracellular fluid	Swelling (stretch) of receptor cells
	Sound	Sound waves
	Balance and equilibrium	Acceleration

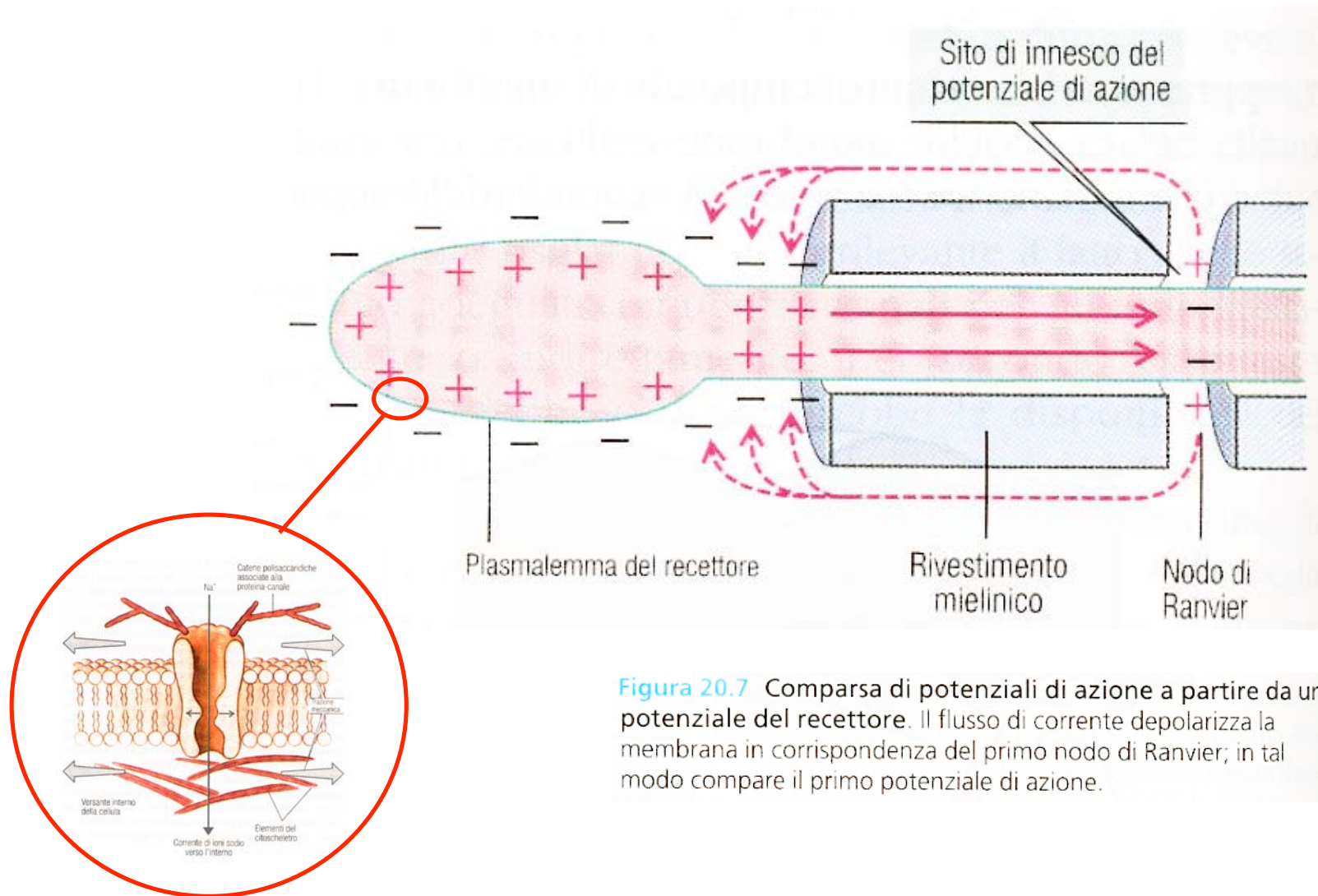
## La modalità tatto: il corpuscolo del Pacini (meccanocettore)

FIGURA 24-1

Morfologia di una cellula dei gangli delle radici dorsali. Il corpo cellulare è situato in un ganglio delle radici dorsali annesso ad un nervo spinale. L'assone presenta due rami, uno diretto verso la periferia, la cui terminazione possiede proprietà specifiche che la rendono sensibile ad una particolare forma di energia dello stimolo, e l'altro diretto al sistema nervoso centrale.

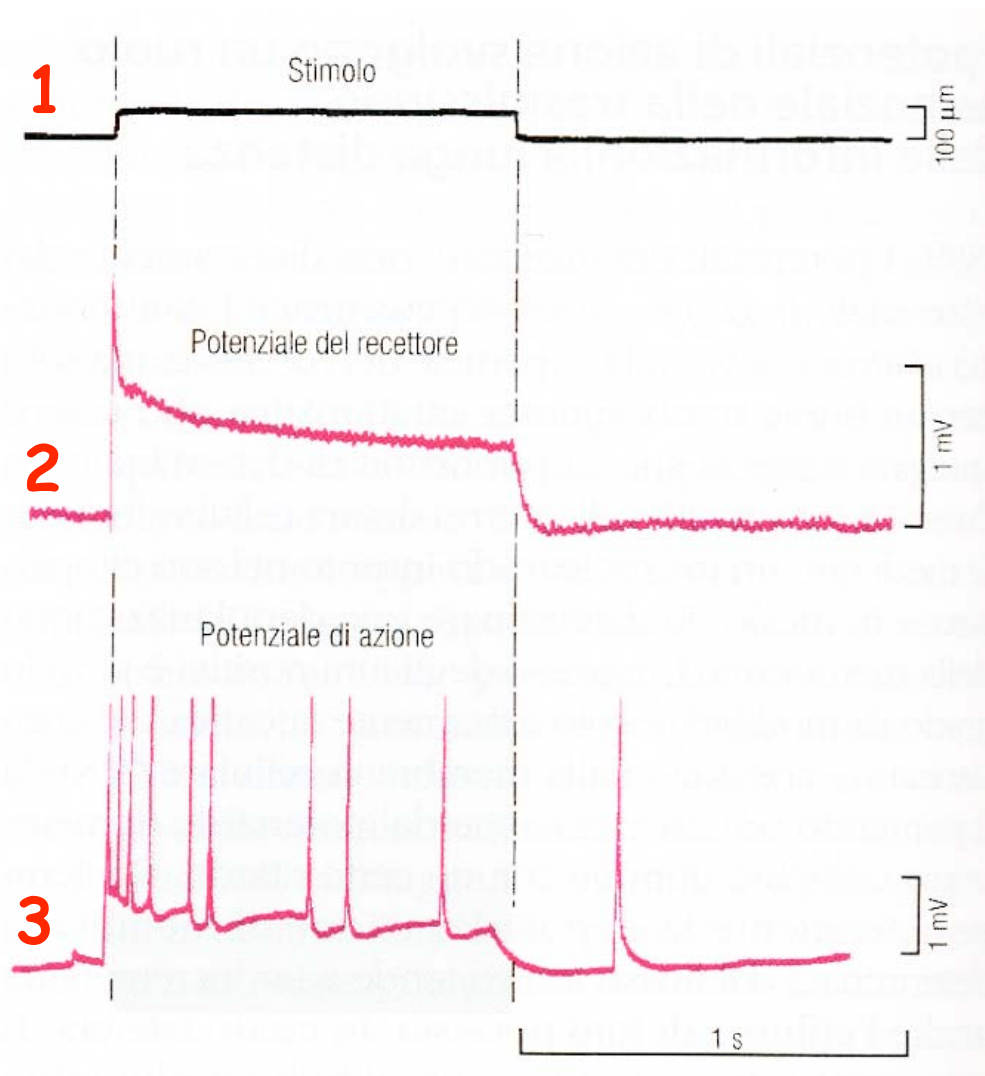


# La percezione dello stimolo tattile: lo stimolo meccanico apre canali attivati da stiramento



**Figura 20.7** Comparsa di potenziali di azione a partire da un potenziale del recettore. Il flusso di corrente depolarizza la membrana in corrispondenza del primo nodo di Ranvier; in tal modo compare il primo potenziale di azione.

# La successione degli eventi durante la percezione



**Figura 20.6** Regrazioni originali di un potenziale del recettore e di un potenziale di azione lungo una fibra afferente proveniente da un fuso neuromuscolare in seguito a uno stimolo meccanico a forma di onda quadra (registrazione originale fornita dal Dr. H. Querfurth). La registrazione del potenziale del recettore è stata ottenuta utilizzando una tecnica particolare che consiste nell'ostacolare la comparsa del potenziale di azione mediante la somministrazione di un anestetico locale.



## L'intensità dello stimolo adeguato determina il numero dei canali ionici attivati

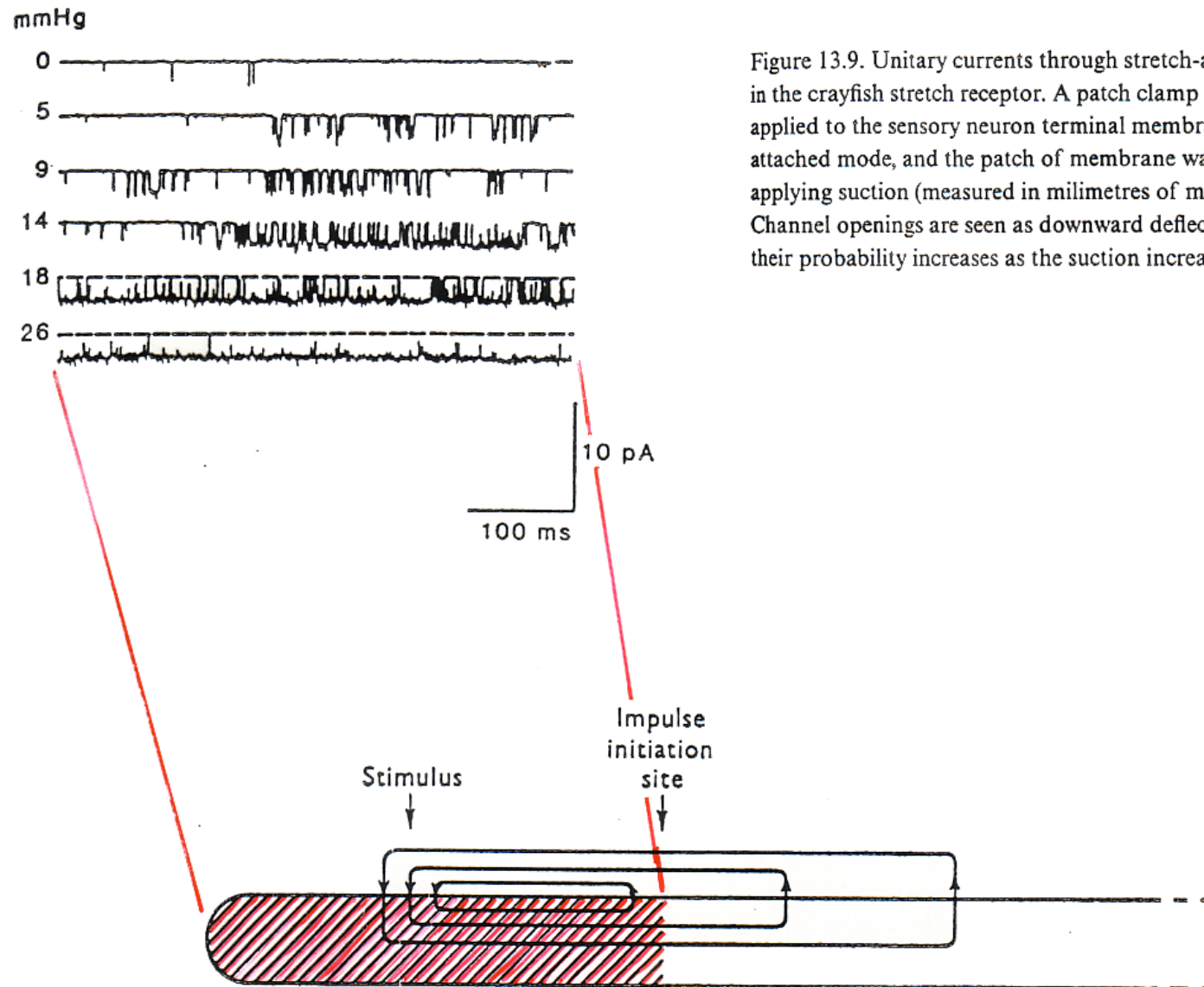
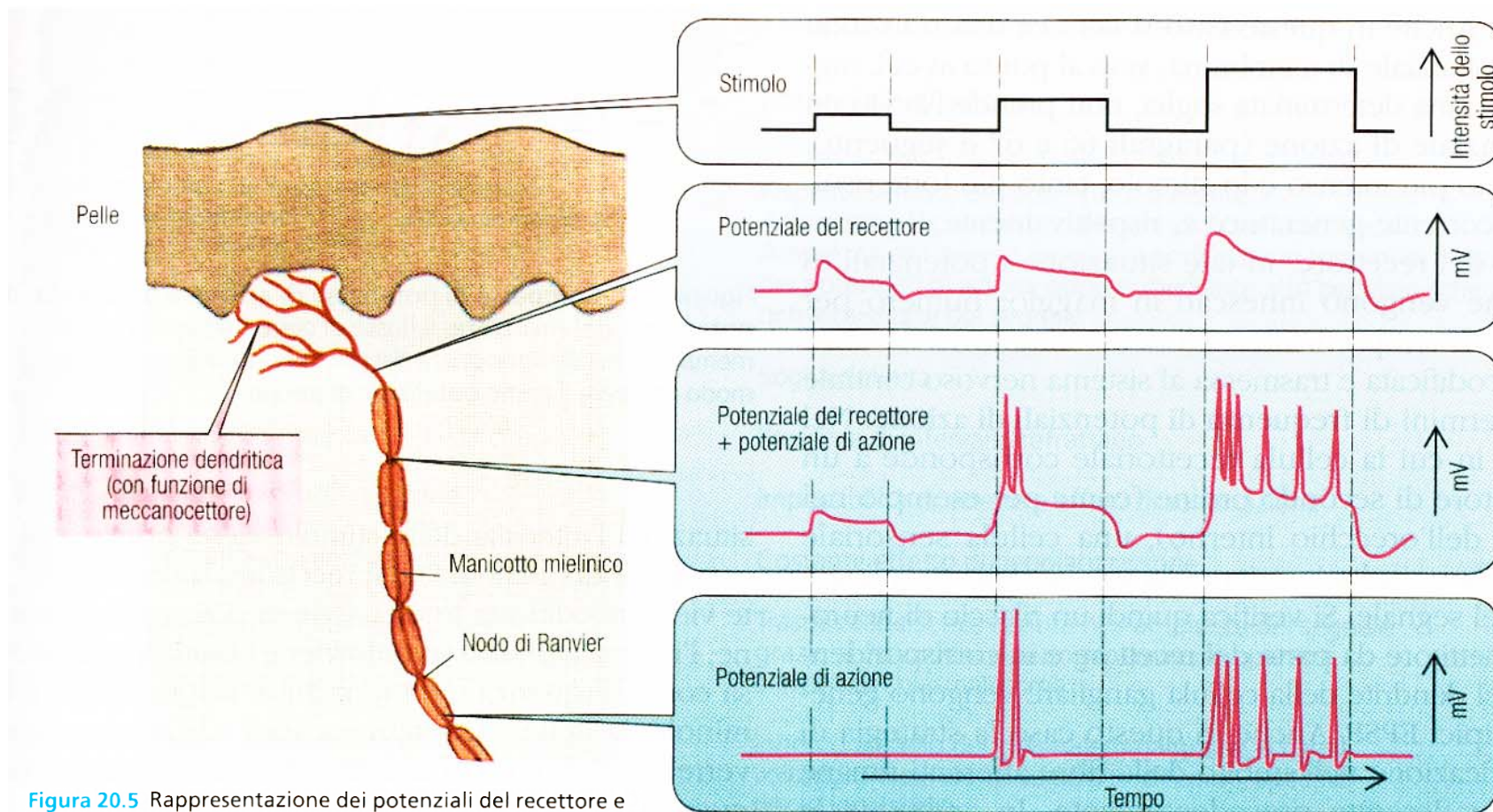


Figure 13.9. Unitary currents through stretch-activated channels in the crayfish stretch receptor. A patch clamp pipette was applied to the sensory neuron terminal membrane in the cell-attached mode, and the patch of membrane was stretched by applying suction (measured in millimetres of mercury, mmHg). Channel openings are seen as downward deflections of the trace; their probability increases as the suction increases.

L'intensità dello stimolo adeguato è tradotta in:

- ampiezza del potenziale di recettore
- frequenza di potenziali d'azione

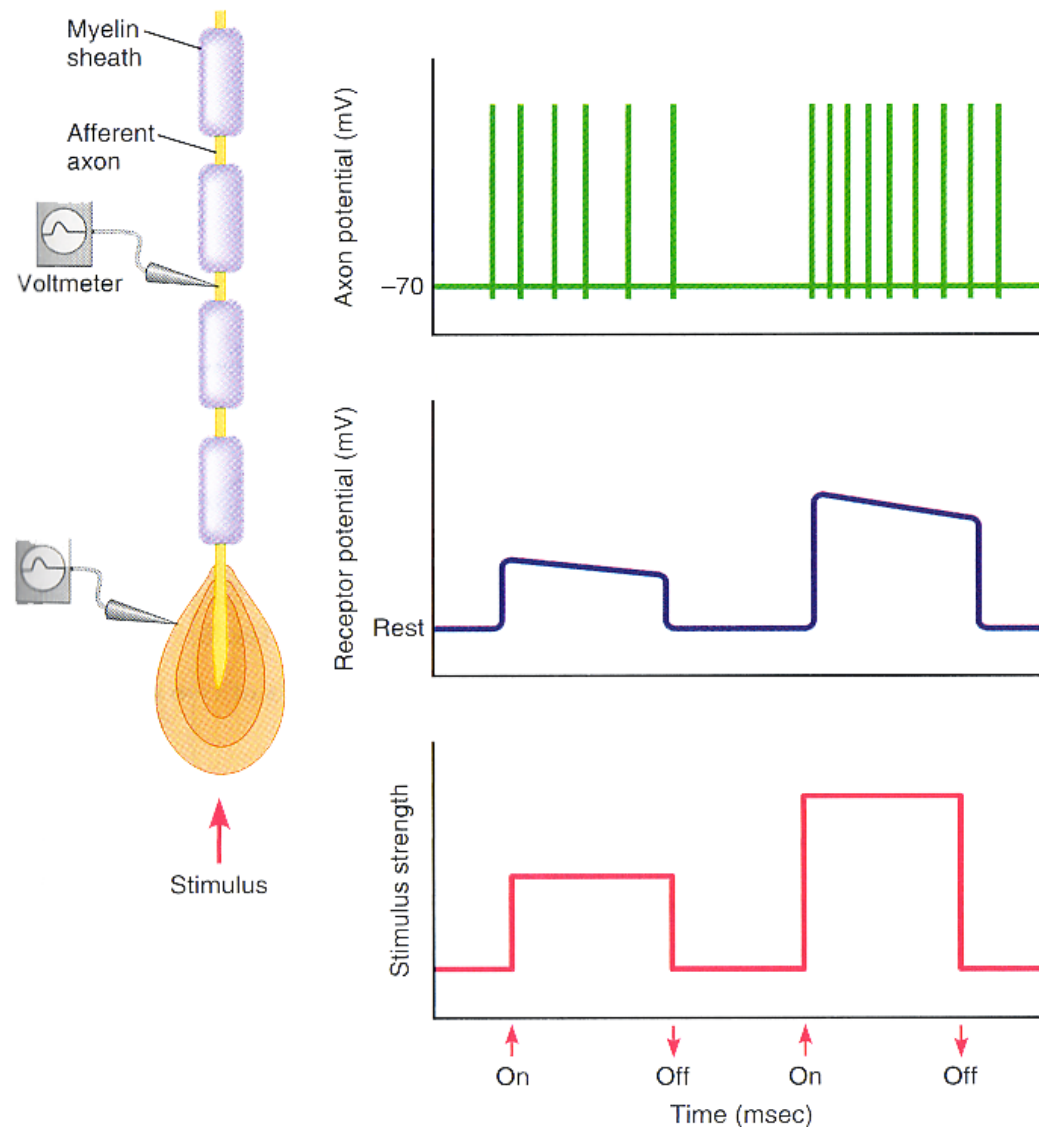


**Figura 20.5** Rappresentazione dei potenziali del recettore e dei potenziali di azione in corrispondenza di un recettore cutaneo da stramento. Si consideri il comportamento dei recettori differenziali (si veda il paragrafo 900) all'inizio e al termine dello stimolo.

# Dall'intensità dello stimolo adeguato alla frequenza dei potenziali d'azione

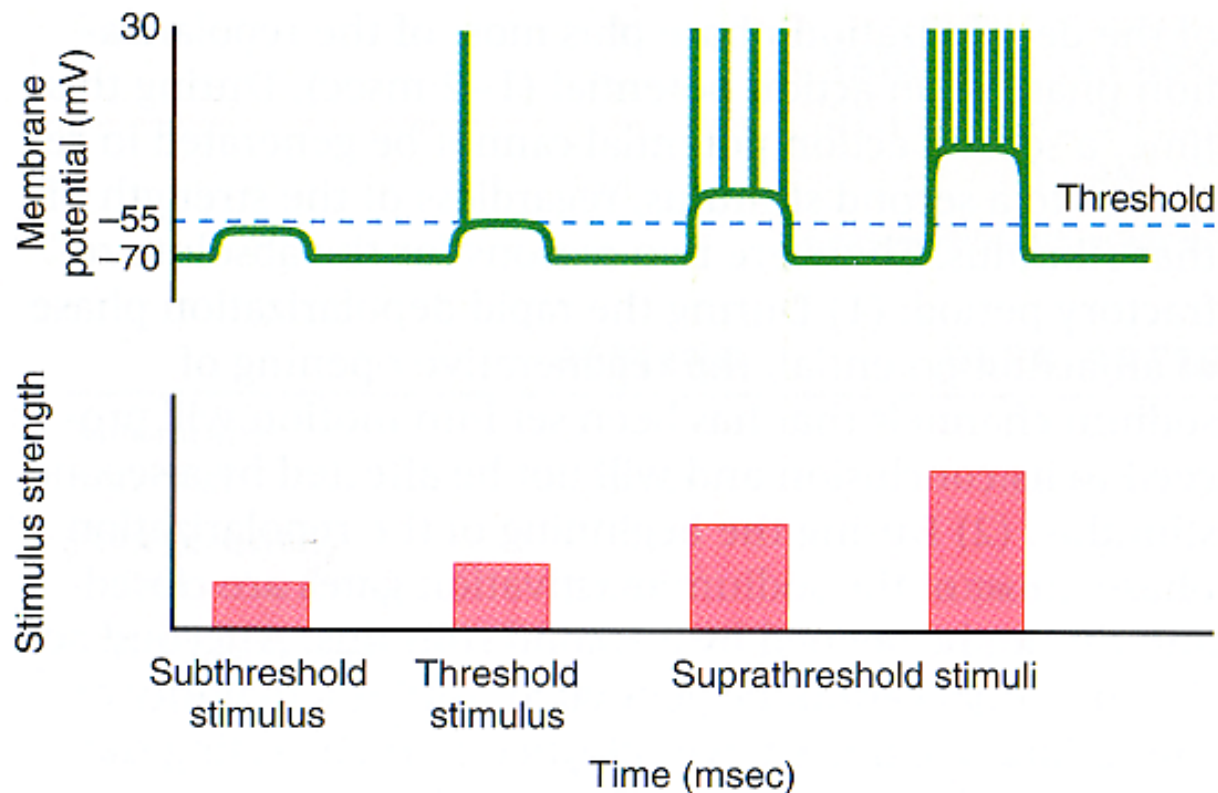
**FIGURE 9.7 Coding of stimulus intensity.**

Changes in membrane potential along the axon (top) and at the receptor (middle) are plotted for two different stimulus intensities (bottom). Detection of a stronger stimulus by the receptor leads to more frequent action potentials along the axon.

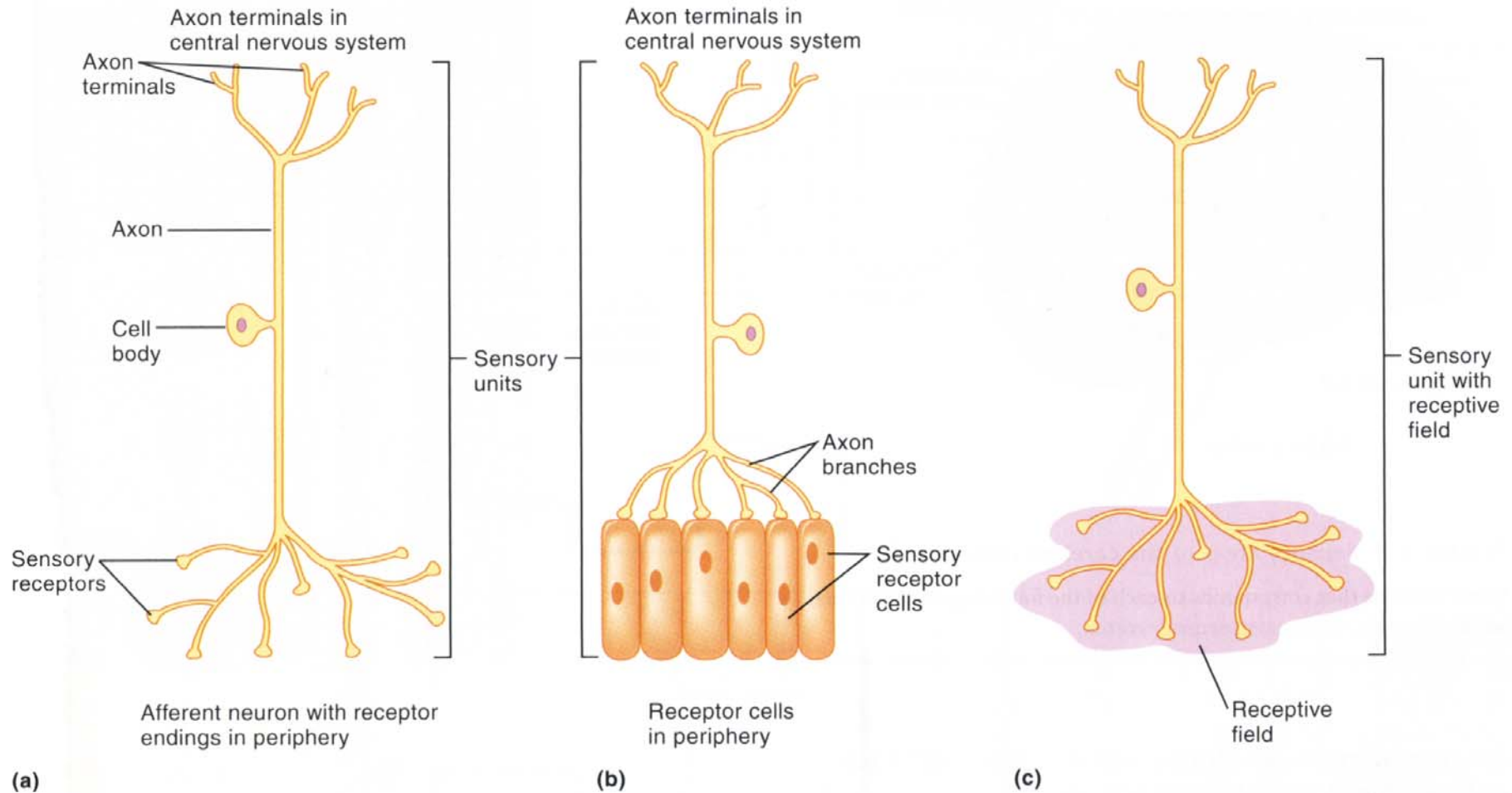


# La frequenza dei potenziali d'azione è proporzionale all'intensità dello stimolo adeguato

**FIGURE 6.18 Frequency coding: how action potentials convey intensity of stimuli.** *The subthreshold stimulus does not generate an action potential, and the threshold stimulus generates a single action potential. The weaker of the two suprathreshold stimuli generates a burst of action potentials, whereas the stronger suprathreshold stimulus generates an even higher frequency of action potentials.*



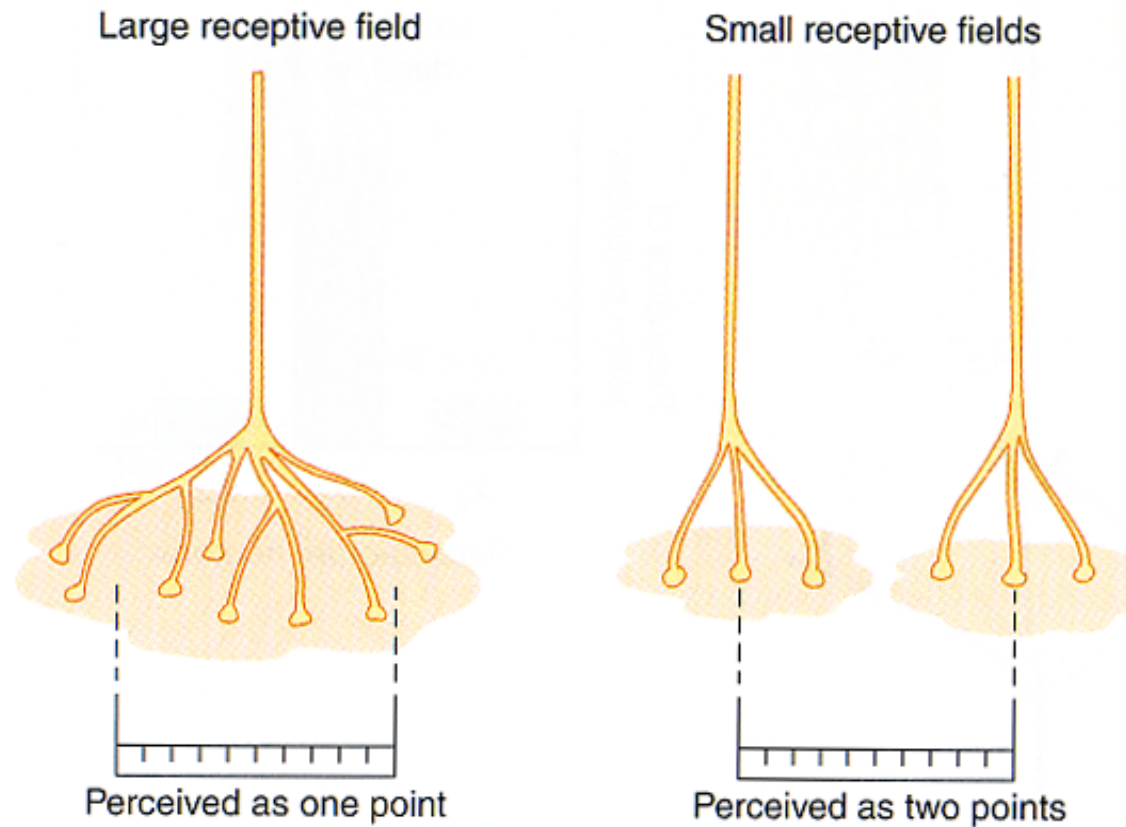
# Proprietà delle cellule recettoriali: il campo recettoriale



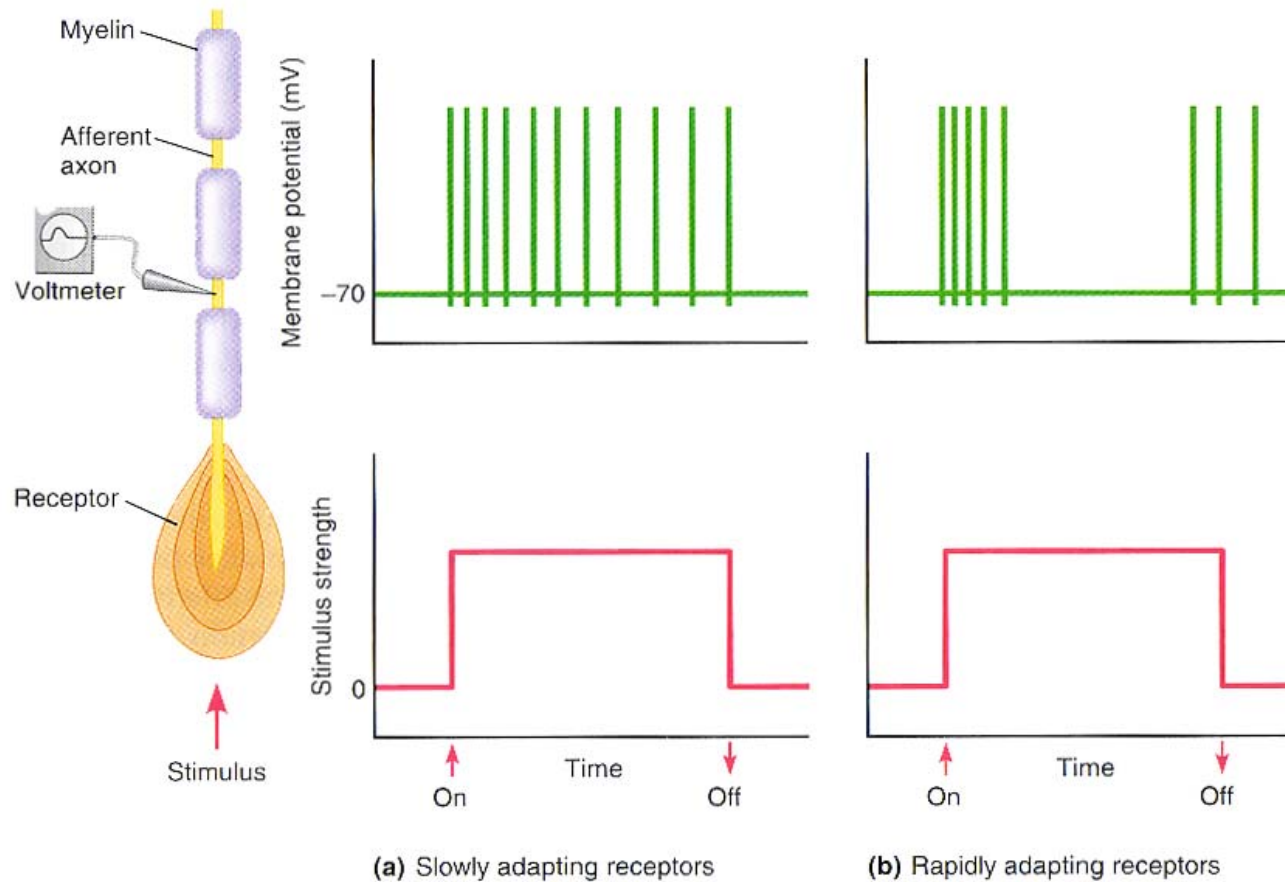
**FIGURE 9.4** Sensory units and receptive fields. (a) A sensory unit in which the receptors are specialized endings of the afferent neuron. (b) A sensory unit in which the receptors are separate cells, each of which communicates to a single afferent neuron. (c) The receptive field for the sensory unit depicted in a.

# Le dimensioni del campo recettoriale determinano la capacità discriminativa

**FIGURE 9.12 Two-point discrimination.** *The ability to discriminate between two separate points depends on the activation of separate receptive fields. The smaller the receptive field, the greater the ability for two-point discrimination, and the greater the tactile acuity.*



# Proprietà delle cellule recettoriali: l'adattamento



**FIGURE 9.8 Coding of stimulus duration.** (a) In axons associated with slowly adapting receptors, action potentials are propagated for the duration of the stimulus and generally decline slightly in frequency while the stimulus persists. (b) Rapidly adapting receptors do not code for stimulus duration; they generate action potentials when the stimulus is first applied and when it ceases.

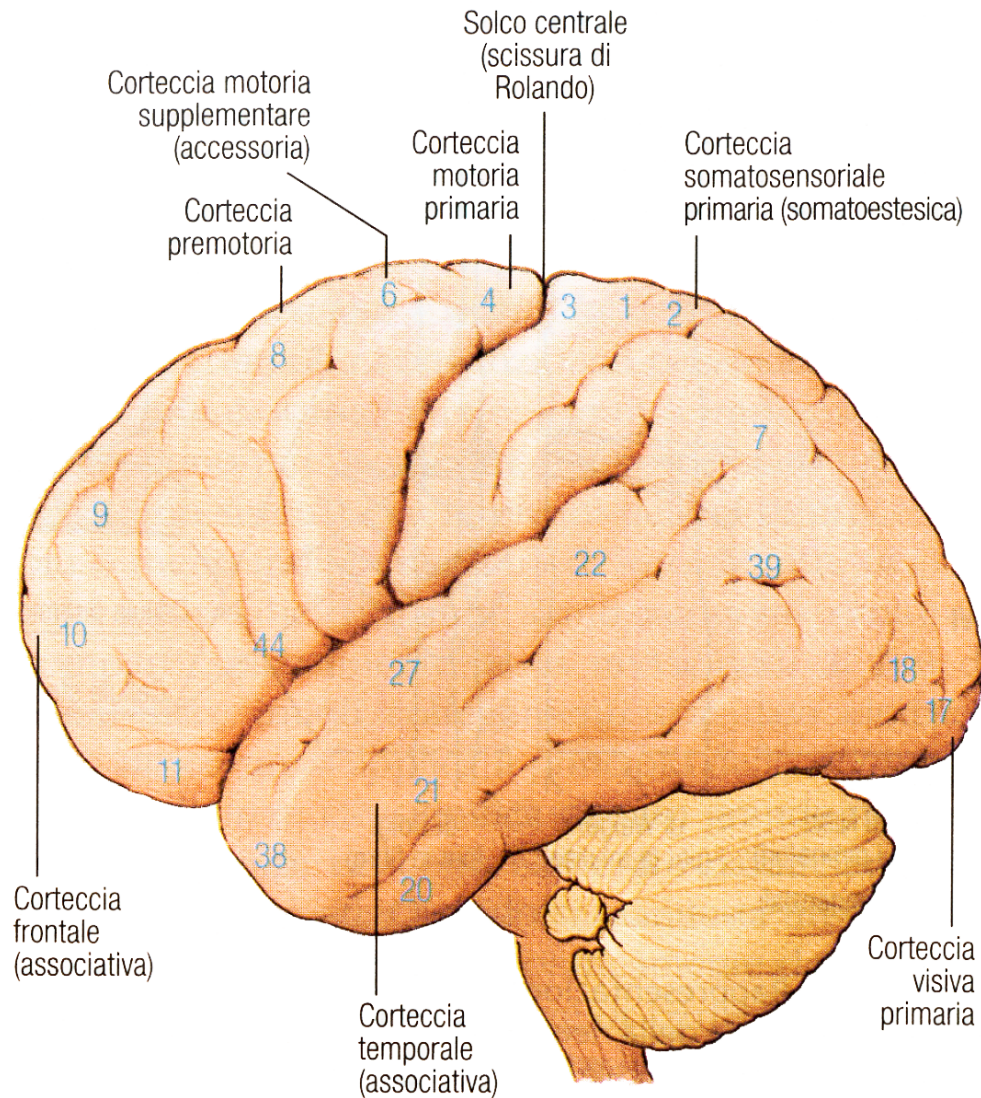
Can a stimulus of very strong intensity produce action potentials at such a fast rate that they sum? Explain why or why not.

No, because action potentials have refractory periods.

Cellule recettoriali non capsulate

Cellule recettoriali capsulate

## Le aree corticali secondo A. Brodmann



**Figura 29.4** La suddivisione istologica della *neocortex* secondo A. Brodmann. ("Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde". Barth, Leipzig 1905). L'encefalo è mostrato in norma laterale come in Figura 29.1. È rappresentato il solco centrale (fessura di Rolando) che separa la corteccia motoria da quella sensoriale. Sono indicati soltanto i numeri dei "campi di Brodmann" più importanti, ai quali il medico si riferisce più frequentemente (si confronti con la Figura 29.1).

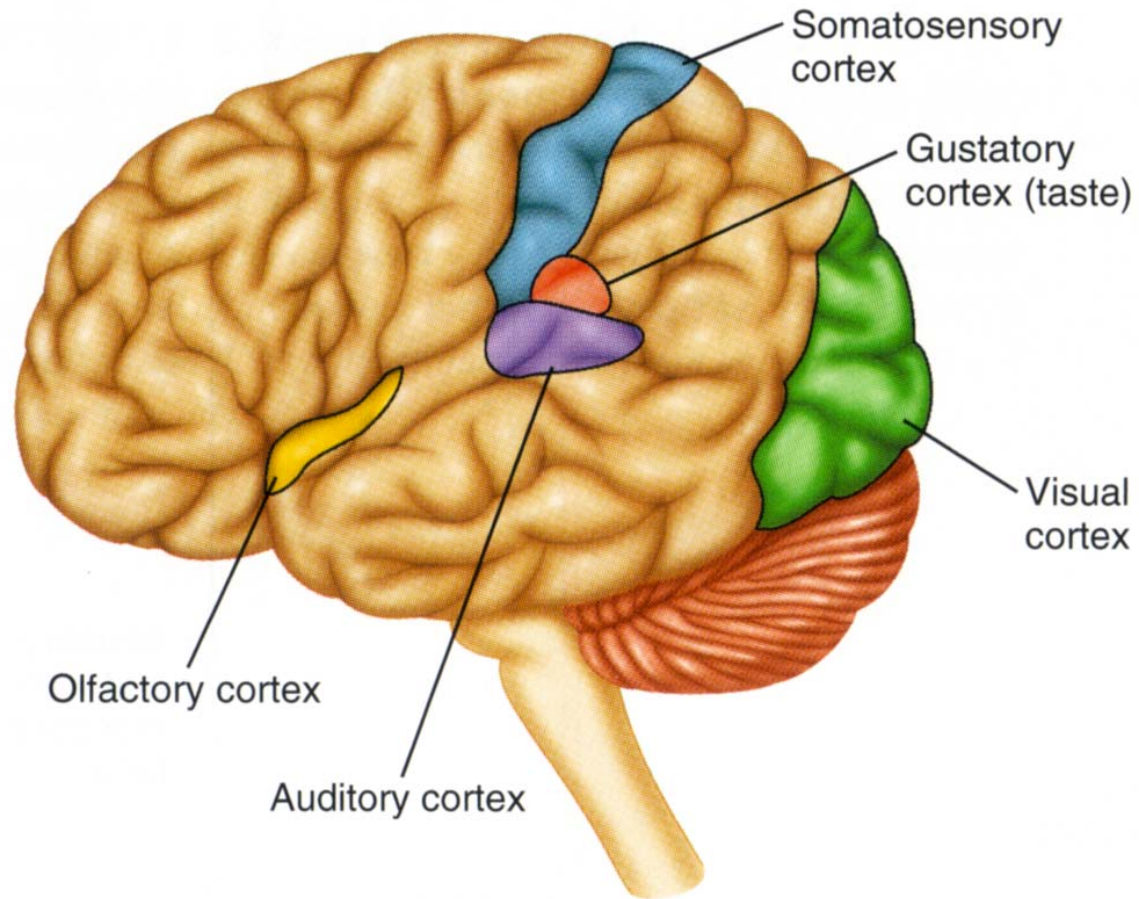


# Le aree sensitive corticali

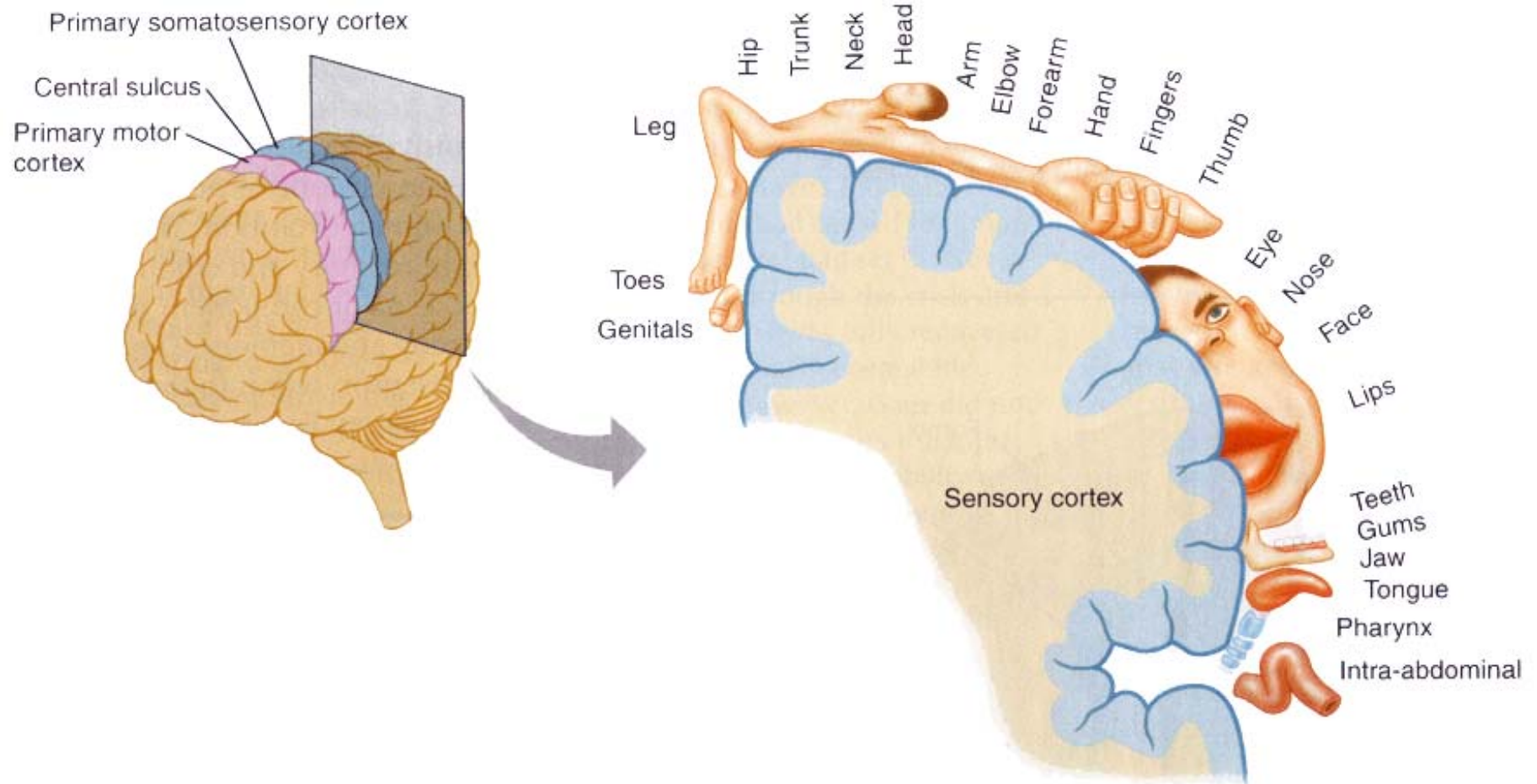
---

FIGURE 9.5 Sensory areas of the cerebral cortex.

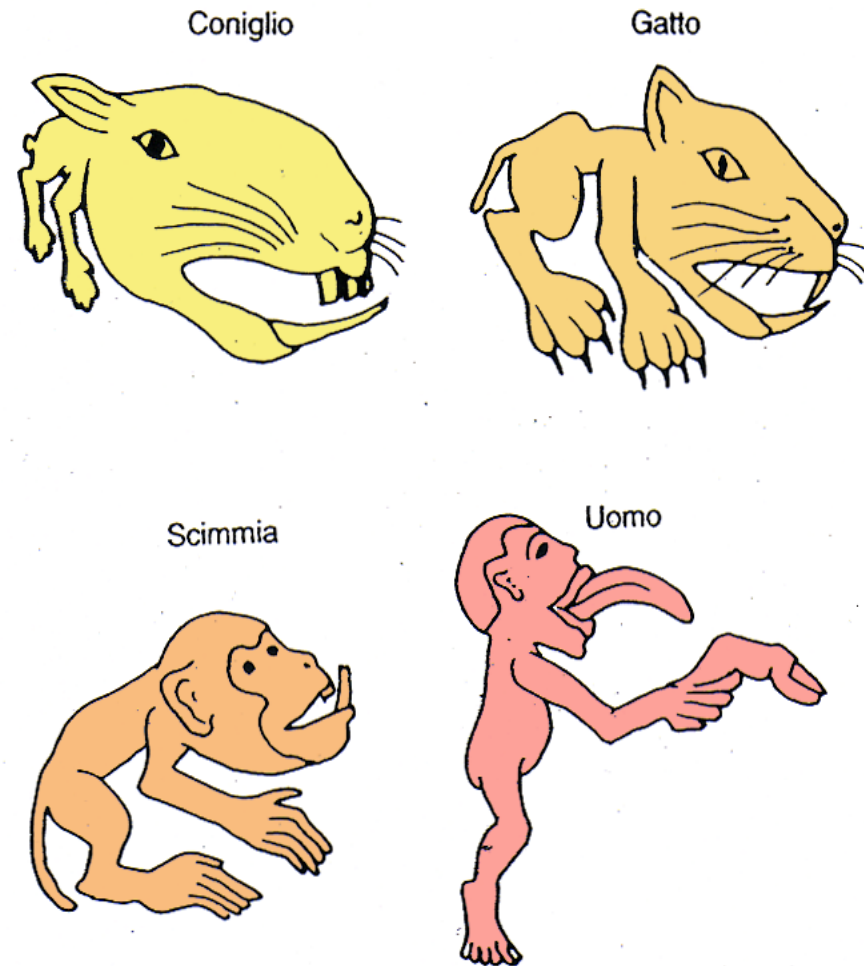
Name the lobe that corresponds to each of the following: visual cortex, auditory cortex, and somatosensory cortex.



# La corteccia somatosensitiva primaria e la rappresentazione somatotopica



## Mappe somatosensitive di alcune specie animali



**FIGURA 26-6**

In questi disegni schematici, basati su studi di derivazione delle risposte evocate dal talamo e dalla corteccia cerebrale è riportata l'importanza relativa per la sensibilità somatica delle varie regioni corporee di alcune specie animali.

# La rappresentazione spaziale dell'oggetto-stimolo

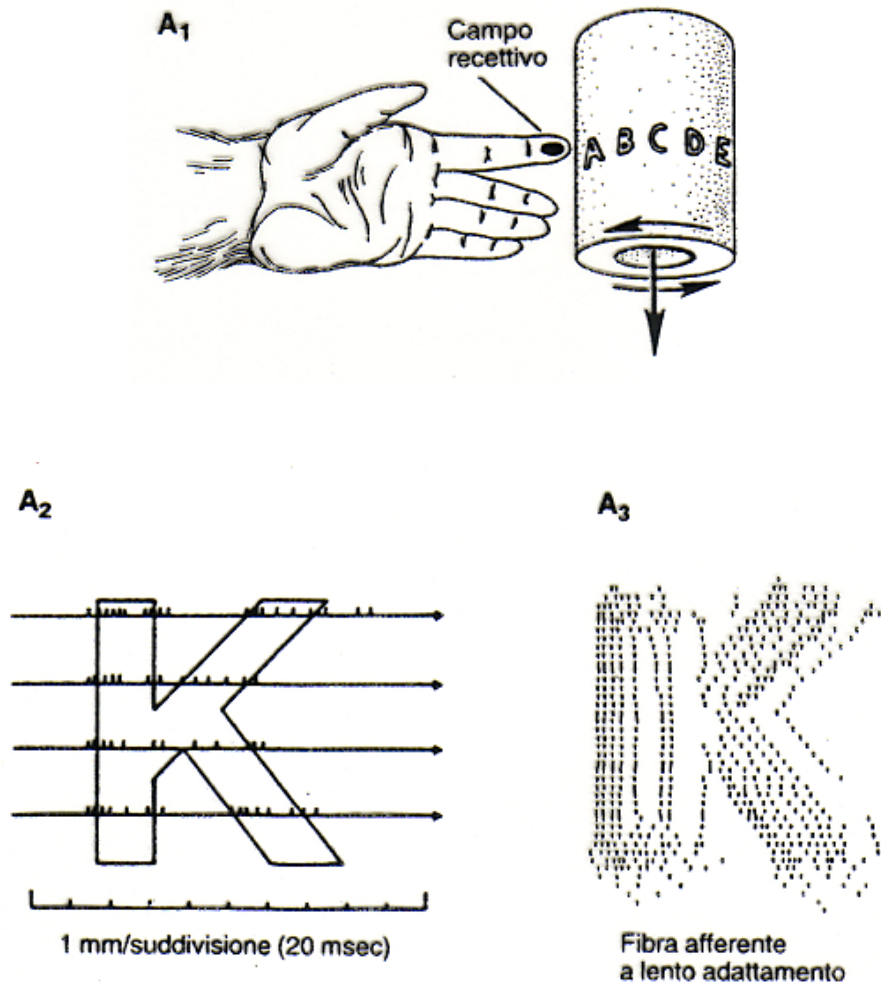


FIGURA 26-12

Caratteristiche spaziali di lettere in rilievo codificate dalla scarica di meccanocettori cutanei e di neuroni della corteccia somatosensitiva primaria. (Modificata, da Phillips et al., 1988).

A. 1. Lettere in rilievo su un tamburo cilindrico usate nello studio delle caratteristiche spaziali dell'attività neuronale di meccanocettori cutanei che innervano la punta delle dita e, in esperimenti distinti, di neuroni corticali delle aree 3b e 1 di Brodmann. Le lettere dell'alfabeto venivano ripetutamente fatte passare sul campo recettivo della punta delle dita di una scimmia facendo ruotare il tamburo. I potenziali d'azione di singole fibre afferenti (o di singoli neuroni corticali) evocati da ogni lettera sono stati riportati nei cosiddetti *grafici degli eventi spaziali*.  
 2. I grafici degli eventi spaziali venivano costruiti nel modo seguente. Le lettere in rilievo [alte circa 6 mm e con un rilievo di 500  $\mu\text{m}$ ] venivano fatte passare (per 50 volte alla velocità di 50 mm/s) in corrispondenza di una determinata parte del campo recettivo di un neurone che innerva il cuscinetto di un dito, provocando quindi nel neurone l'insorgenza di potenziali d'azione. Si faceva ruotare il tamburo e lo stimolo veniva spostato attraverso il campo recettivo in senso prossimo-distale [ad ogni passaggio la barretta verticale della K entrava per prima nel campo recettivo]. Dopo ogni passaggio il tamburo veniva spostato di 200  $\mu\text{m}$  in senso verticale, sempre all'interno del campo recettivo, e quindi veniva eseguito un altro passaggio. Si procedeva a registrare i potenziali d'azione generati da ogni stimolo, sincronizzandoli rispetto ai corrispondenti indicatori della posizione dello stimolo, e le risposte del neurone venivano ordinate dall'alto in basso in modo tale da assegnare loro una sede spaziale rispetto alla superficie dello stimolo. 3. Nel grafico degli eventi spaziali per la lettera K riportato in figura ogni potenziale d'azione presente in A<sub>2</sub> è rappresentato da un punto.

B. 1. Grafici degli eventi spaziali ottenuti da tre tipi di fibre afferenti primarie di Scimmia: fibra a lento adattamento (in alto), a rapido adattamento (in mezzo) e del corpuscolo del Pacini (in basso). 2. Grafici degli eventi spaziali ottenuti da cinque neuroni a lento adattamento dell'area 3b di Scimmia.

# La plasticità

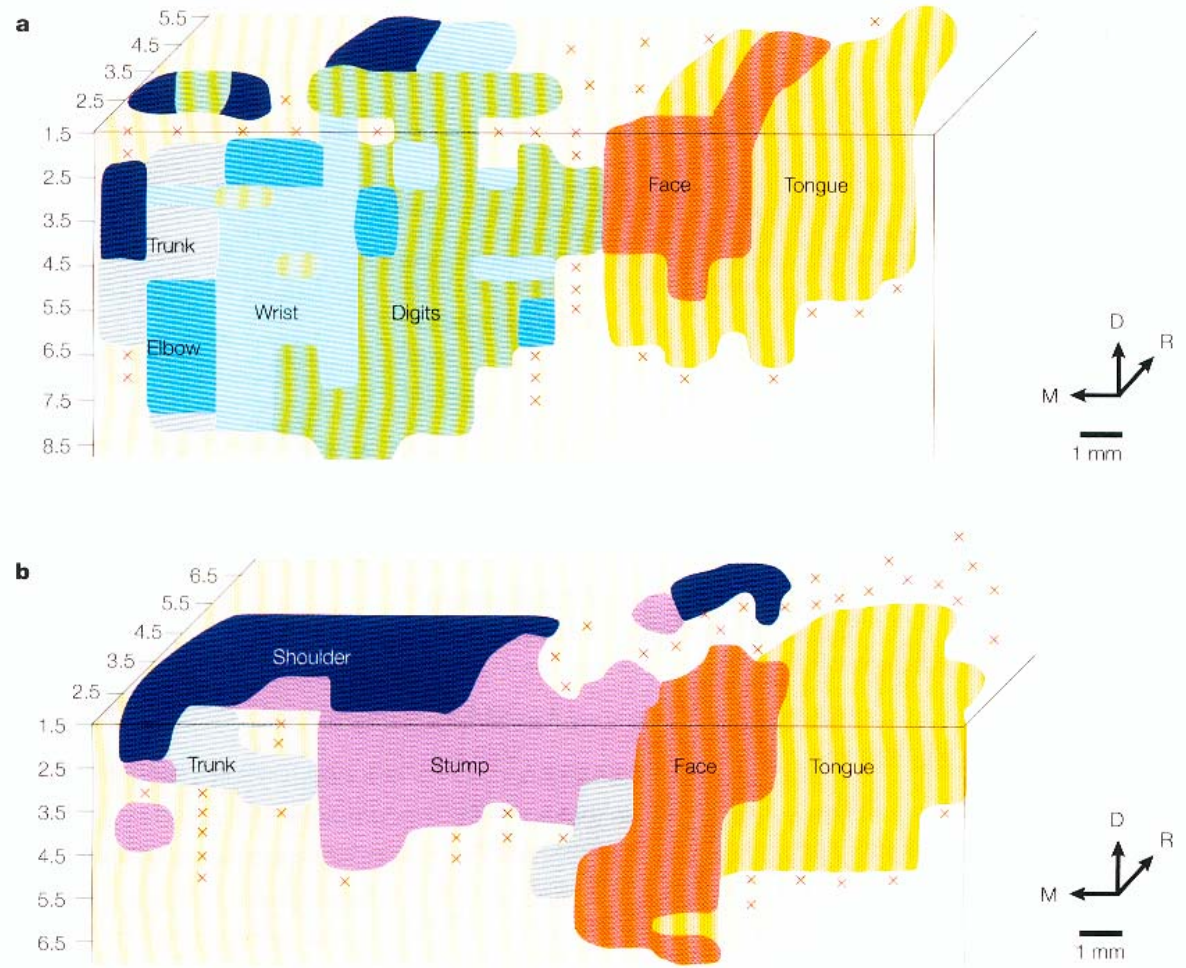
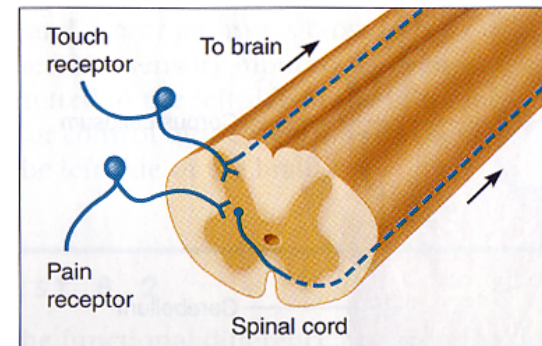
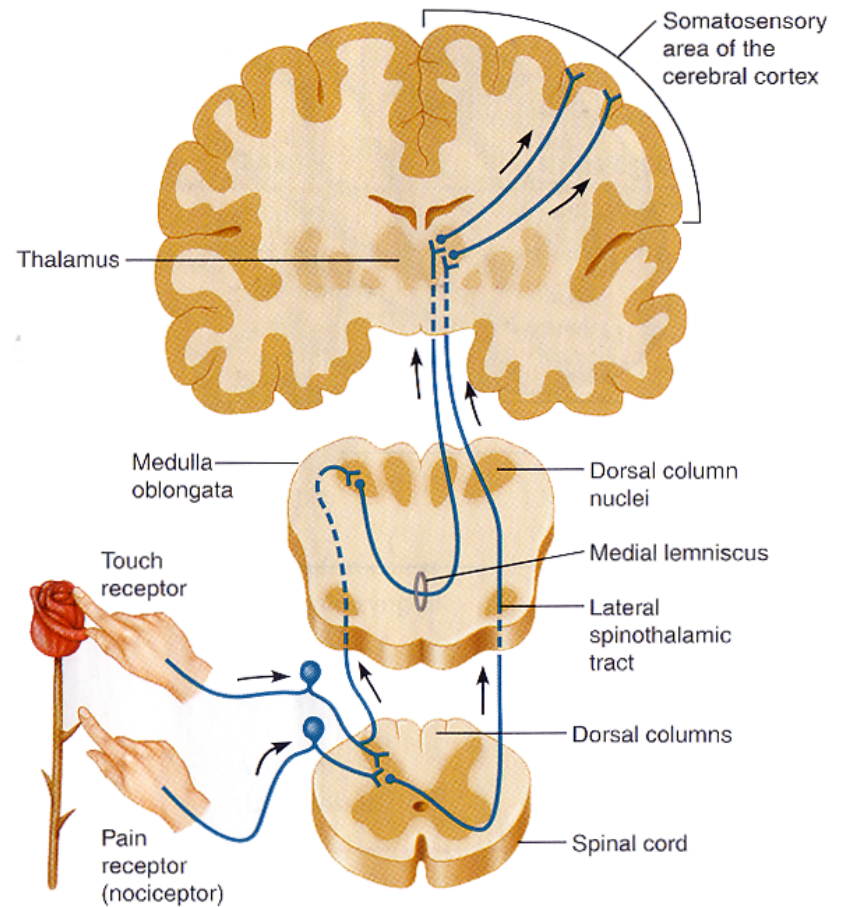


Figure 1 | **Organization of the motor cortex.** **a** | Normal macaque monkey. **b** | Macaque monkey with a long-standing amputation of a forelimb. These partial motor output maps include the representation of the face to the upper trunk. X indicates that no response could be elicited. (D, dorsal; M, medial; R, rostral.) (Adapted with permission from REF. 15. © 2000 American Physiological Society.)

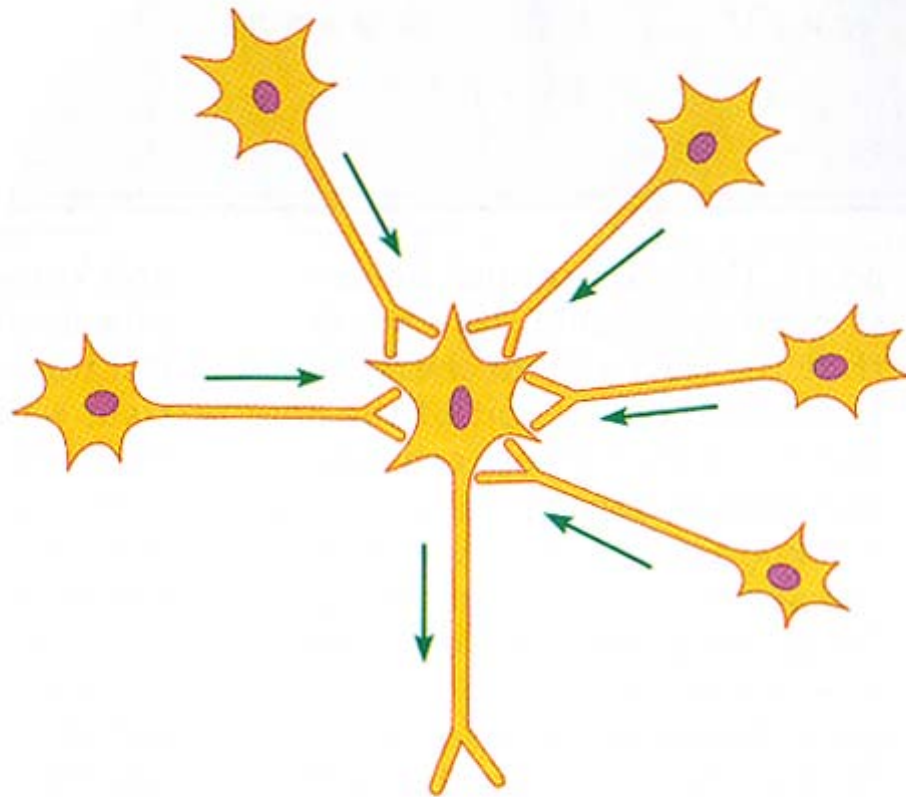
# Le diverse vie nervose afferenti (o ascendenti)



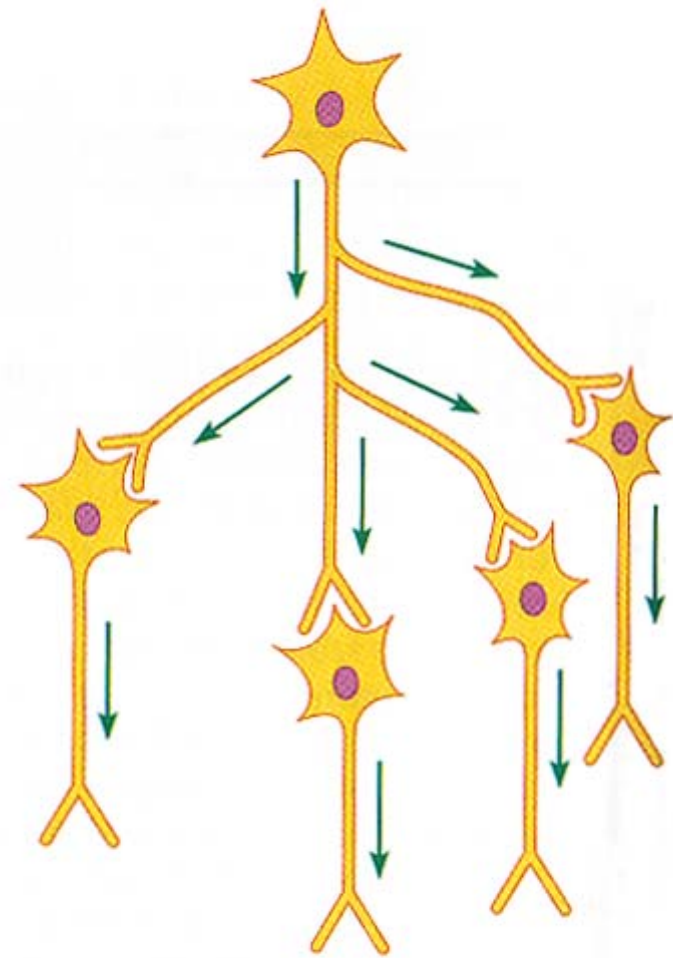
(a) Ascending tracts

# La convergenza e la divergenza delle vie nervose

**FIGURE 6.11** Types of neural circuitry. (a) *Convergence*, in which many neurons communicate with a single neuron. (b) *Divergence*, in which a single neuron communicates to many other neurons.

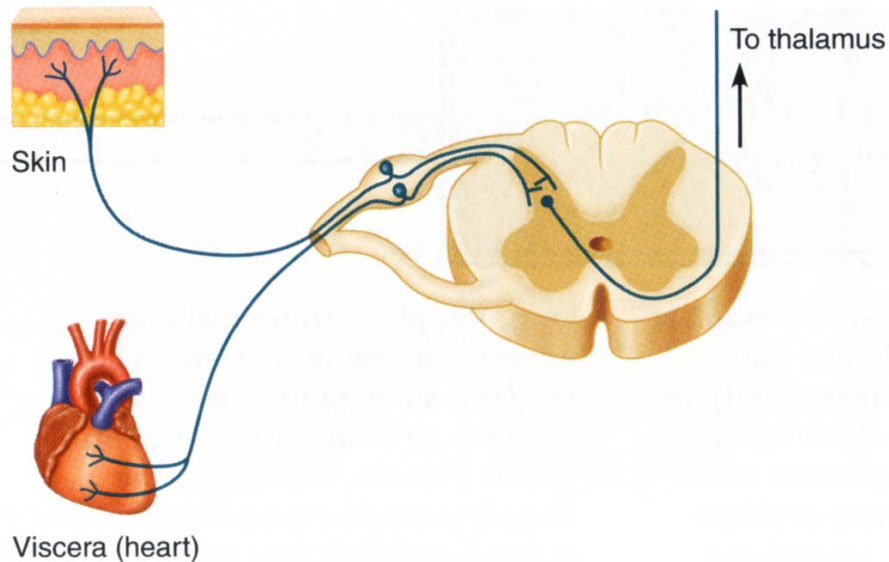


(a) Convergence

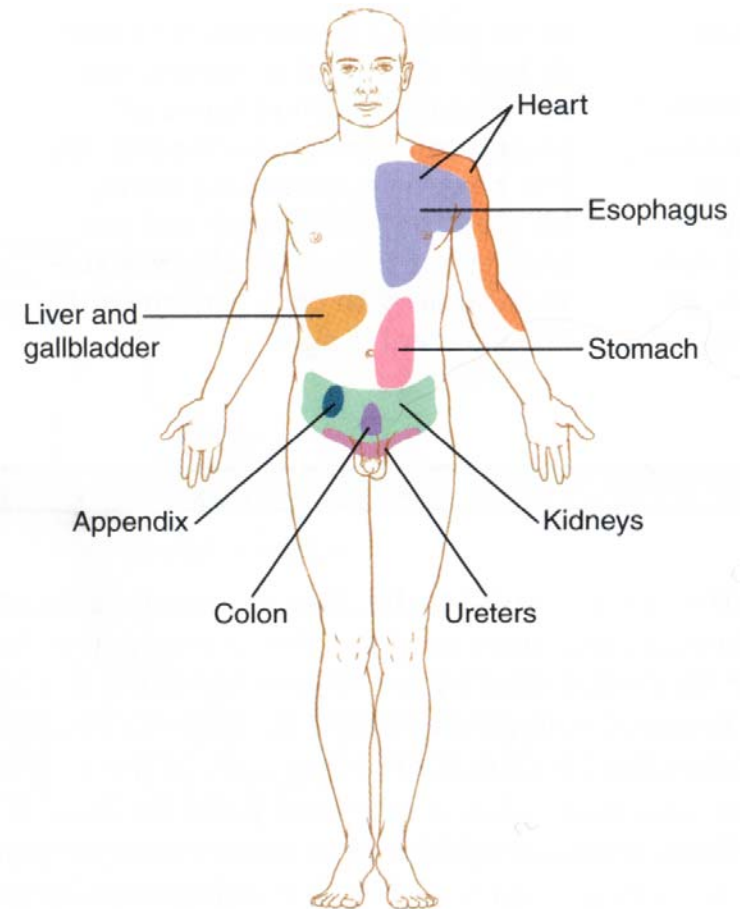


(b) Divergence

# La convergenza "anatomica" delle vie nervose: il dolore riferito



(a) Mechanism of referred pain

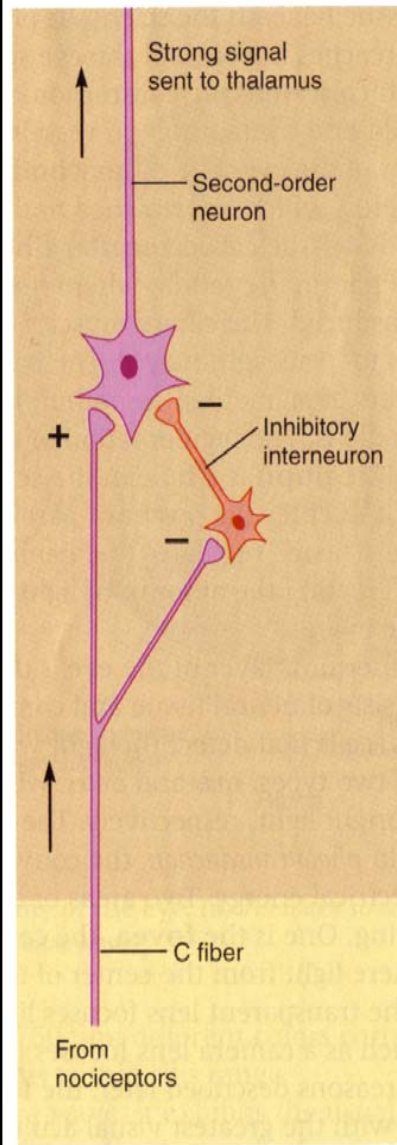


(b) Clinical map of referred pain

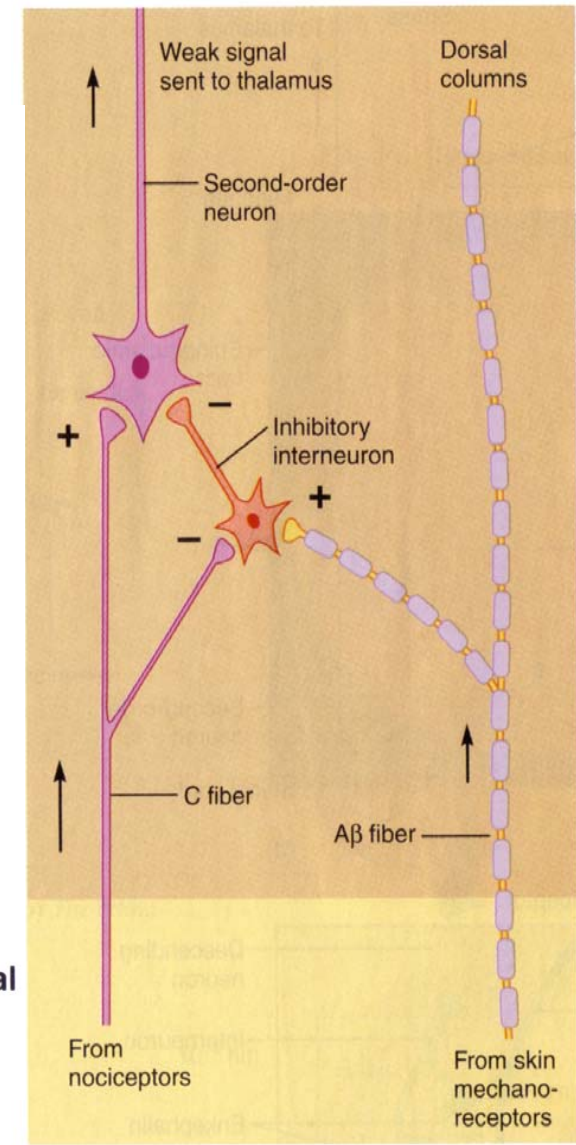
**FIGURE 9.16 Mechanisms and sites of referred pain.** (a) Referred pain occurs when visceral and somesthetic afferents converge on the same second-order neurons in the spinal cord. (b) Pain in specific visceral organs is generally referred to the areas of the body surface indicated in this map.



Interazione funzionale  
tra le vie nervose:  
la teoria  
del controllo a "cancello"



(a) Unmodulated pain



(b) Modulation of pain