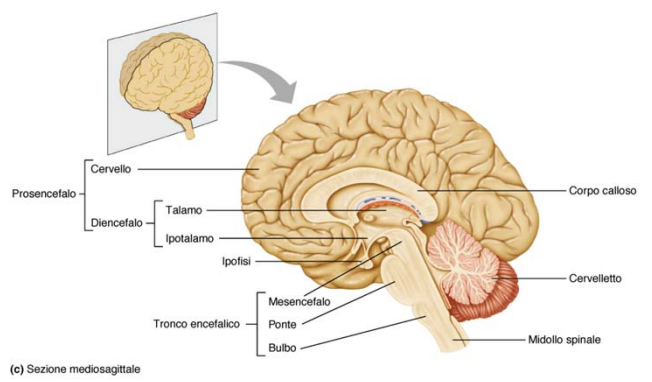


***Il sistema nervoso II
(sistemi sensoriali)***

Sistema nervoso Centrale

Encefalo

Midollo spinale



(c) Sezione mediosagittale
FIGURA 9.11 L'encefalo. L'encefalo è composto da tre parti principali: il prosencefalo, il cervelletto e il tronco encefalico. (a, b) Vedute esterne dell'encefalo, mostranti le tre parti principali e le loro relazioni con il midollo spinale. (c) Sezione mediosagittale dell'encefalo, che mostra le strutture delle tre parti principali. Note il corpo calloso, costituito da un elevato numero di fibre che collegano gli emisferi cerebrali destro e sinistro.

Afferenze sensoriali somatiche (provenienti da pelle, muscoli, articolazioni)

Sistemi sensoriali

Afferenze provenienti da organi di senso

Sistema nervoso Periferico

Afferente (informazioni provenienti dagli organi sono trasmesse al SNC)

Efferente

Sistema nervoso somatico (motoneuroni che regolano la contrazione di cellule muscolari)

Sistema nervoso autonomo simpatico e parasimpatico (regolano la funzione di vari organi)



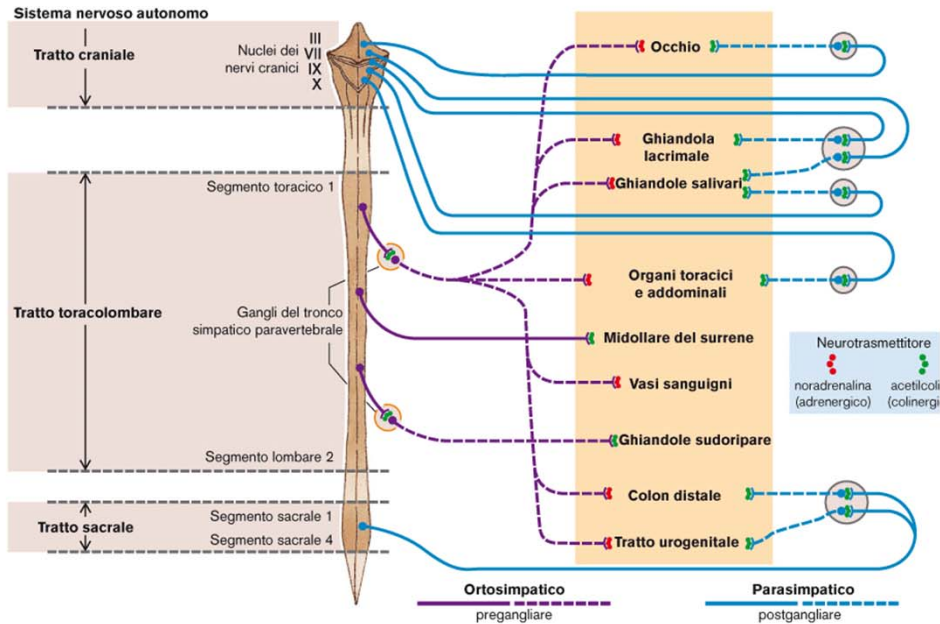


Fig. 24.1 **Suddivisione del sistema nervoso autonomo in ortosimpatico e parasimpatico.** I numeri romani nella parte craniale del SNA indicano i nuclei di sostanza grigia dei nervi cranici oculomotorio (III), facciale (VII), glossofaringeo (IX) e vago (X).

Il sistema nervoso autonomo

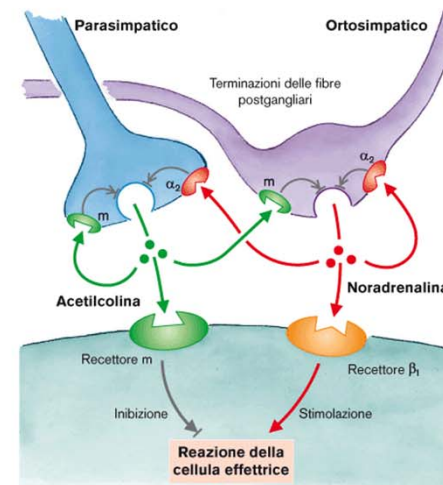
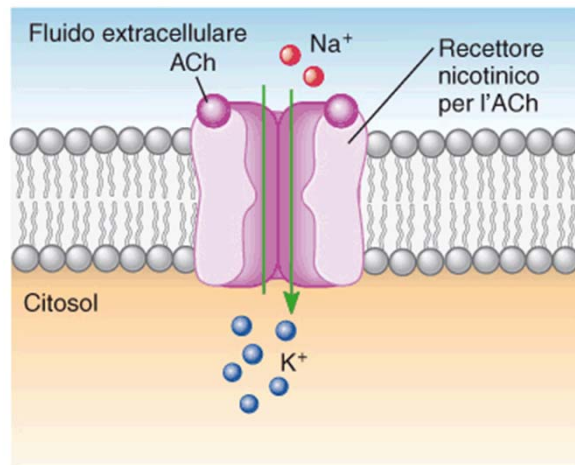


Fig. 24.3 **Interazioni a livello pre- e postsinaptico tra l'innervazione ortosimpatica e parasimpatica di una cellula effettrice.** I trasmettitori possono avere effetti opposti non soltanto a livello postsinaptico, ma anche a livello presinaptico, inibendo il rilascio di neurotrasmettitore nella fessura sinaptica.

I recettori alfa2: stimolano la contrazione mediante inibizione di cAMP e PKA



(a) **Recettori colinergici nicotinici**

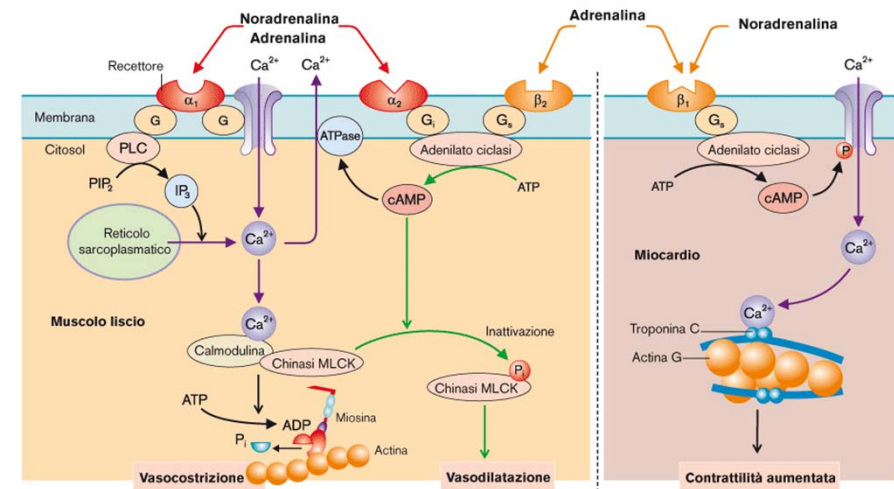


Fig. 24.2 **Le reazioni intracellulari nella muscolatura liscia dei vasi (a sinistra) e nella muscolatura cardiaca (a destra) differiscono per via dei diversi tipi di recettori adrenergici attivati.** L'attivazione dei recettori adrenergici α_2 , β_1 e β_2 porta a una forte variazione della concentrazione intracellulare di cAMP: l'attivazione dei recettori β determina un aumento della concentrazione di cAMP grazie a una proteina G stimolatrice (G_s), mentre l'attivazione dei recettori α_2 causa l'effetto opposto per intervento di una proteina G

inibitrice (G_i). A livello della muscolatura liscia, l'attivazione dei recettori α_1 porta a un aumento della concentrazione intracellulare di ioni Ca²⁺ attraverso un incremento dell'afflusso di ioni calcio extracellulare e una mobilitazione degli ioni calcio dai depositi nel reticolo sarcoplasmatico (RS) grazie al secondo messaggero IP₃. L'attivazione dei recettori β_2 porta a una vasodilatazione tramite la chinasi della catena leggera della miosina (MLCK), previa fosforilazione (frecche verdi). PLC = Fosfolipasi C.

Effetti cardiocircolatori delle catecolamine

cuore

→ adrenalina e noradrenalina (β_1)

- ↑ Forza di contrazione (effetto inotropo positivo)
- ↑ La frequenza cardiaca (effetto cronotropo positivo)
- ↑ Conduzione eccitamento

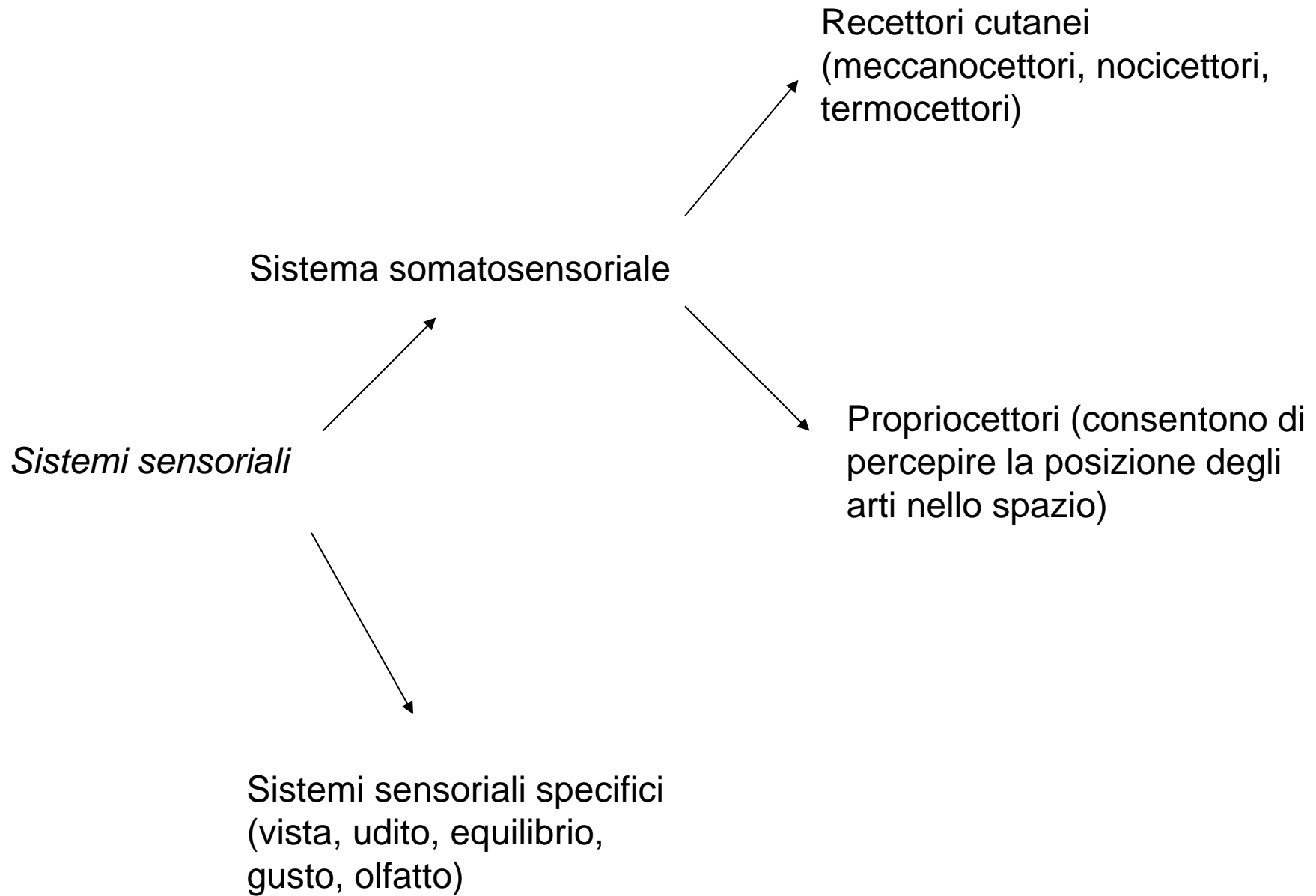
vasi

→ adrenalina

- vasocostrizione (α_1) : cute
surrene
rene
- vasodilatazione (β_2) : coronarie
fegato
muscolo scheletrico

→ noradrenalina

- vasocostrizione (α_1) : in tutti i distretti



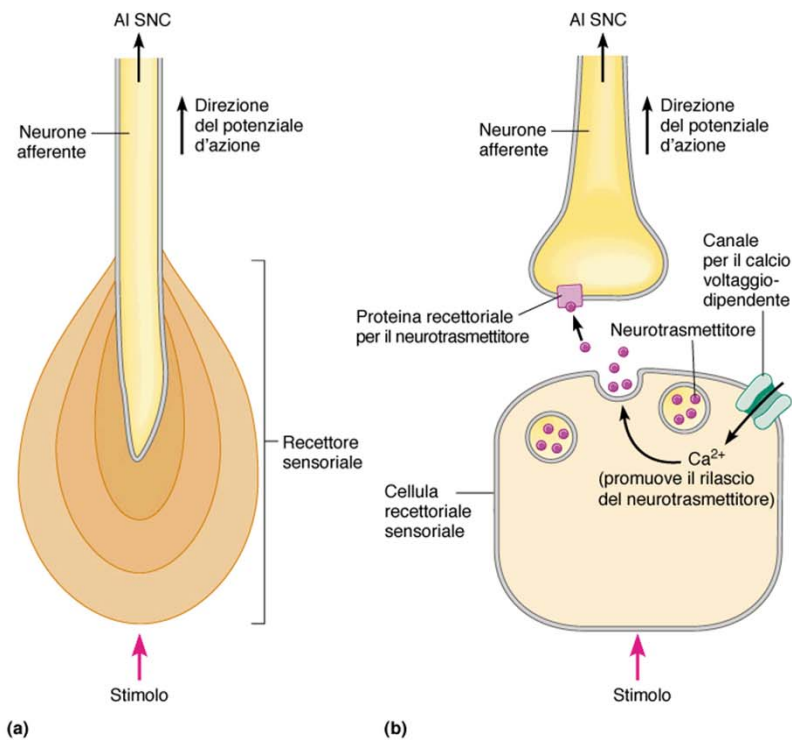


FIGURA 10.2 Struttura e funzione dei recettori sensoriali. (a) Recettore sensoriale costituito dalla terminazione specializzata di un neurone afferente. Lo stimolo agisce sul recettore sensoriale aprendo o chiudendo canali ionici, producendo in tal modo un potenziale di recettore. (b) Recettore sensoriale costituito da una cellula separata dal neurone afferente. Lo stimolo cambia il potenziale di membrana della cellula recettoriale e ciò apre (o chiude) canali per il calcio, aumentando (o riducendo) la concentrazione citoplasmatica di calcio. Le modificazioni della concentrazione di calcio facilitano (o inibiscono) il rilascio di neurotrasmettitori per esocitosi. Il neurotrasmettore comunica con il neurone afferente legandosi ai recettori della terminazione afferente e inducendo un potenziale graduato.

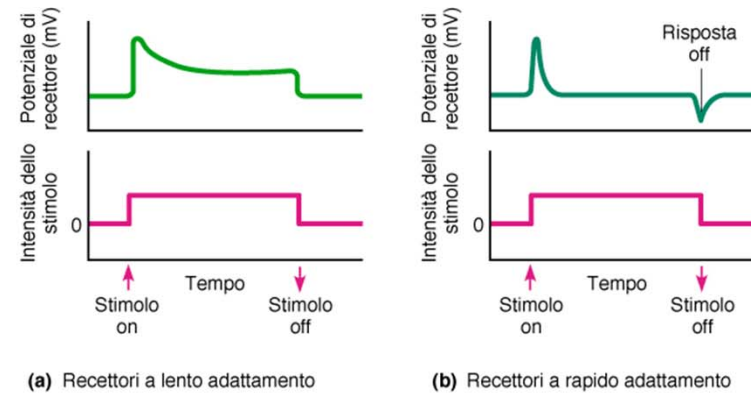


FIGURA 10.3 Risposte di recettori a lento e a rapido adattamento. (a) I recettori a lento adattamento rispondono con un cambiamento del potenziale di recettore che persiste per tutta la durata dello stimolo. (b) I recettori a rapido adattamento rispondono con un cambiamento del potenziale di recettore all'inizio dello stimolo, ma successivamente si adattano. La "risposta off" è una seconda piccola risposta che si verifica nel momento in cui termina la stimolazione.

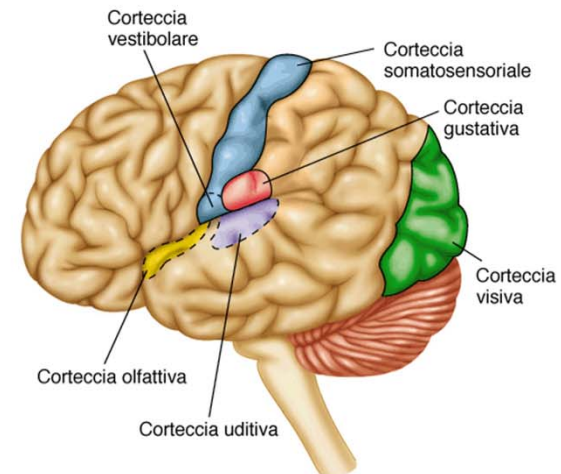


FIGURA 10.4 Aree sensoriali della corteccia cerebrale. La corteccia vestibolare in realtà è situata nel lobo parietale, inferiormente alla corteccia somatosensoriale. La corteccia uditiva è situata sul lato interno del lobo temporale e la corteccia olfattiva sulla superficie inferiore dello stesso lobo.

Codificazione dell'intensità dello stimolo recettoriale

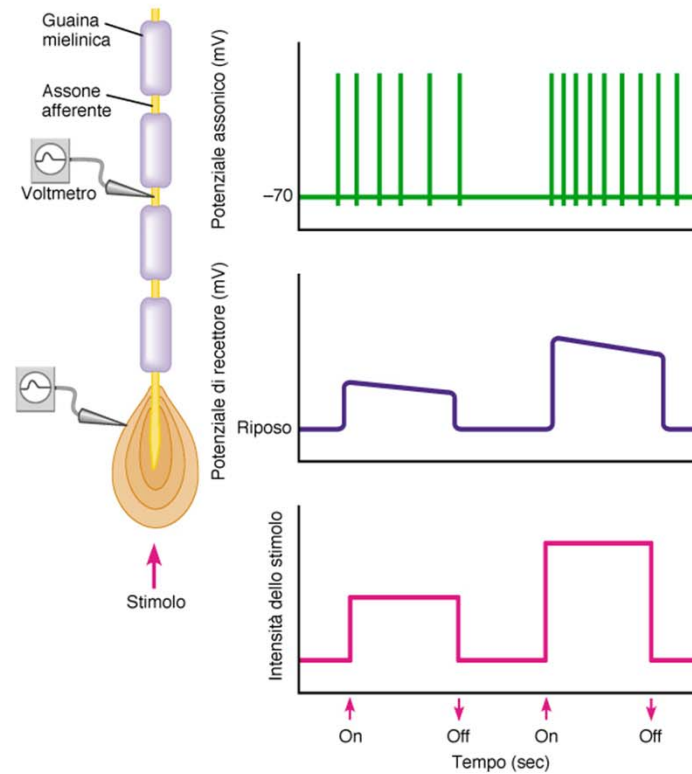


FIGURA 10.7 Codificazione dell'intensità dello stimolo. Nella figura sono rappresentate le variazioni del potenziale di membrana lungo l'assone (in alto) e a livello del recettore (al centro) per due stimoli di diversa intensità (in basso). Lo stimolo più intenso rilevato dal recettore induce una scarica a maggior frequenza nell'assone.

Le vie somatosensoriali

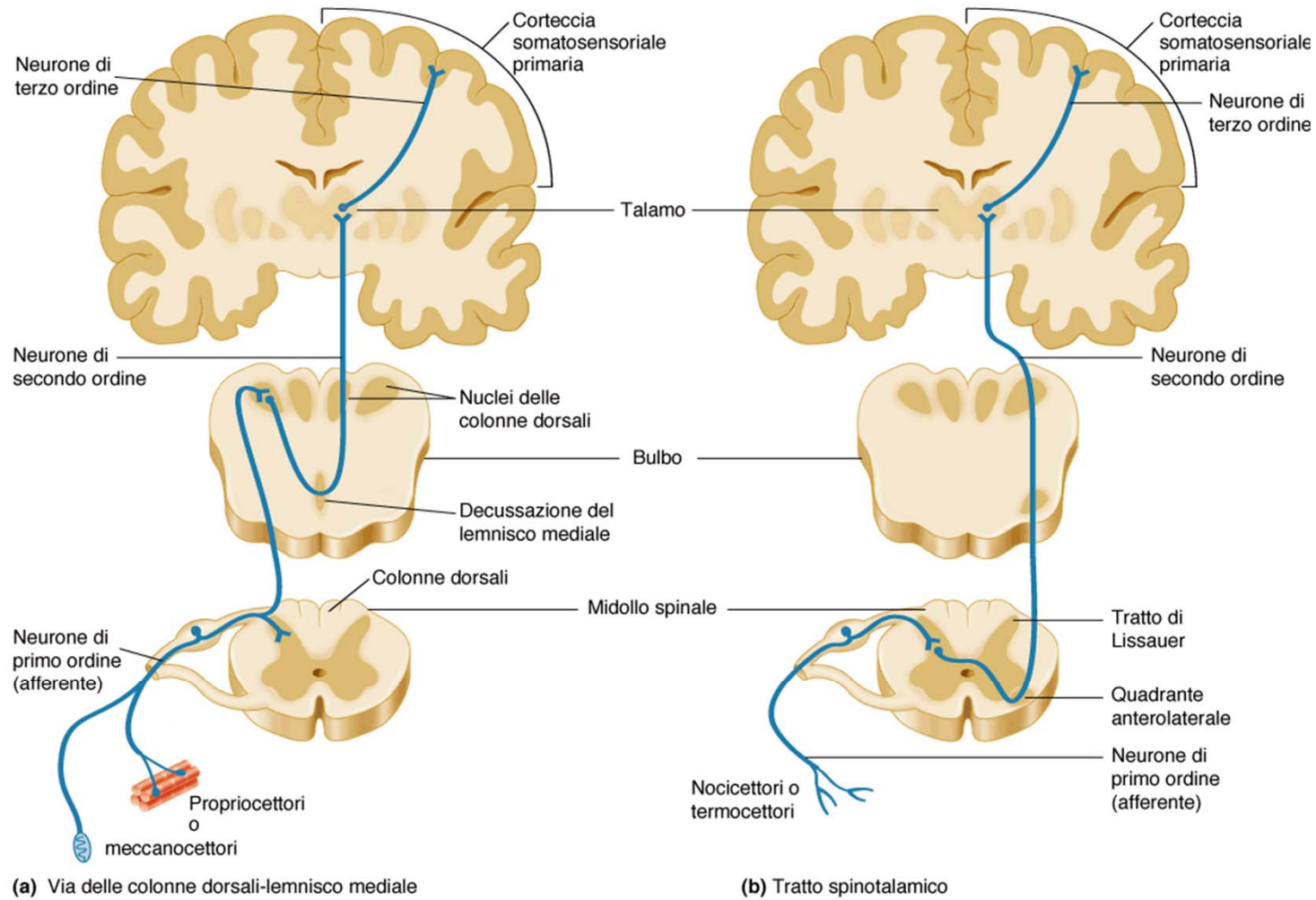
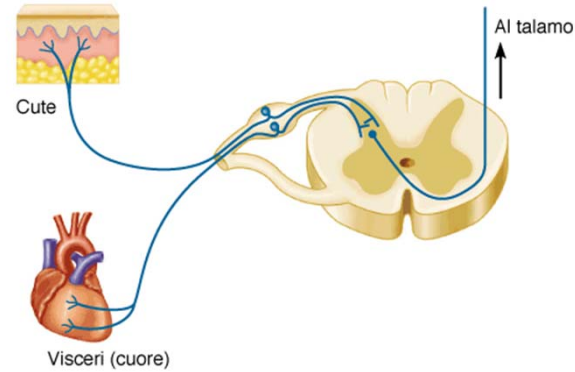


FIGURA 10.15 Le due vie somatosensoriali. (a) Via delle colonne dorsali-lemnisco mediale, che trasmette informazioni tattili, pressorie, vibratorie e propriocettive al SNC. (b) Tratto spinotalamico, che trasmette informazioni termiche e dolorifiche al SNC.

La percezione del dolore

Presenza di nocicettori meccanici, termici, polimodali dispersi sulla superficie corporea ma anche a livello viscerale, muscolare (dolore riferito)

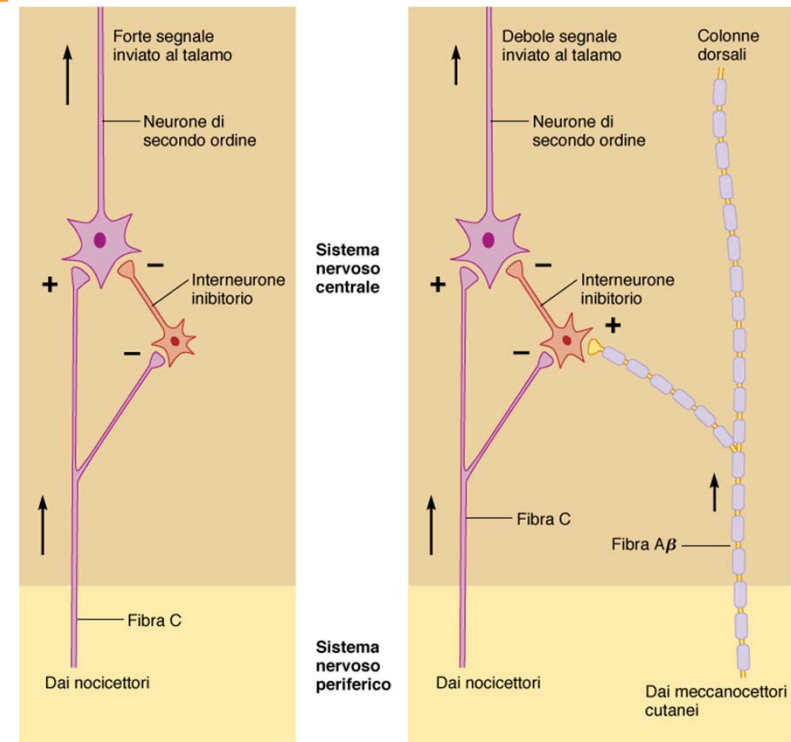


Due tipi di dolore :

Rapido fibre A-delta mieliniche di piccolo diametro (12-30m/s)

Lento e poco localizzato fibre C amieliniche di piccolo diametro (0.2-1.3 m/s)

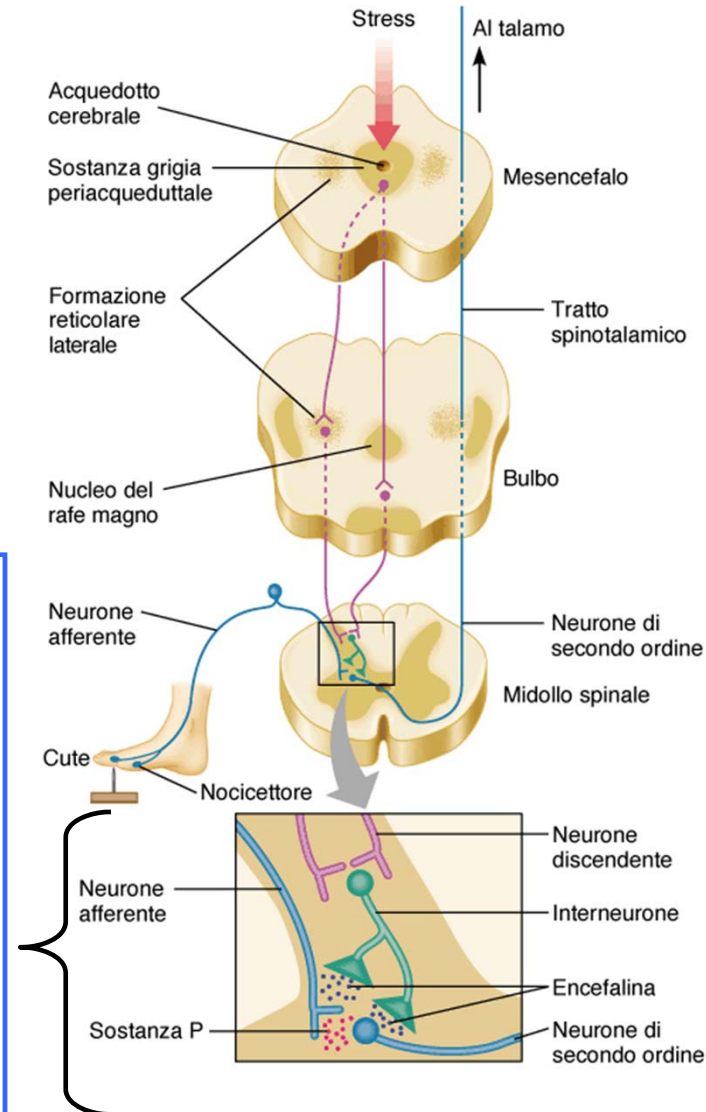
Controllo a cancello del dolore (1965)
Stimoli meccanici contribuiscono a inibire stimoli dolorifici



(a) Dolore non modulato

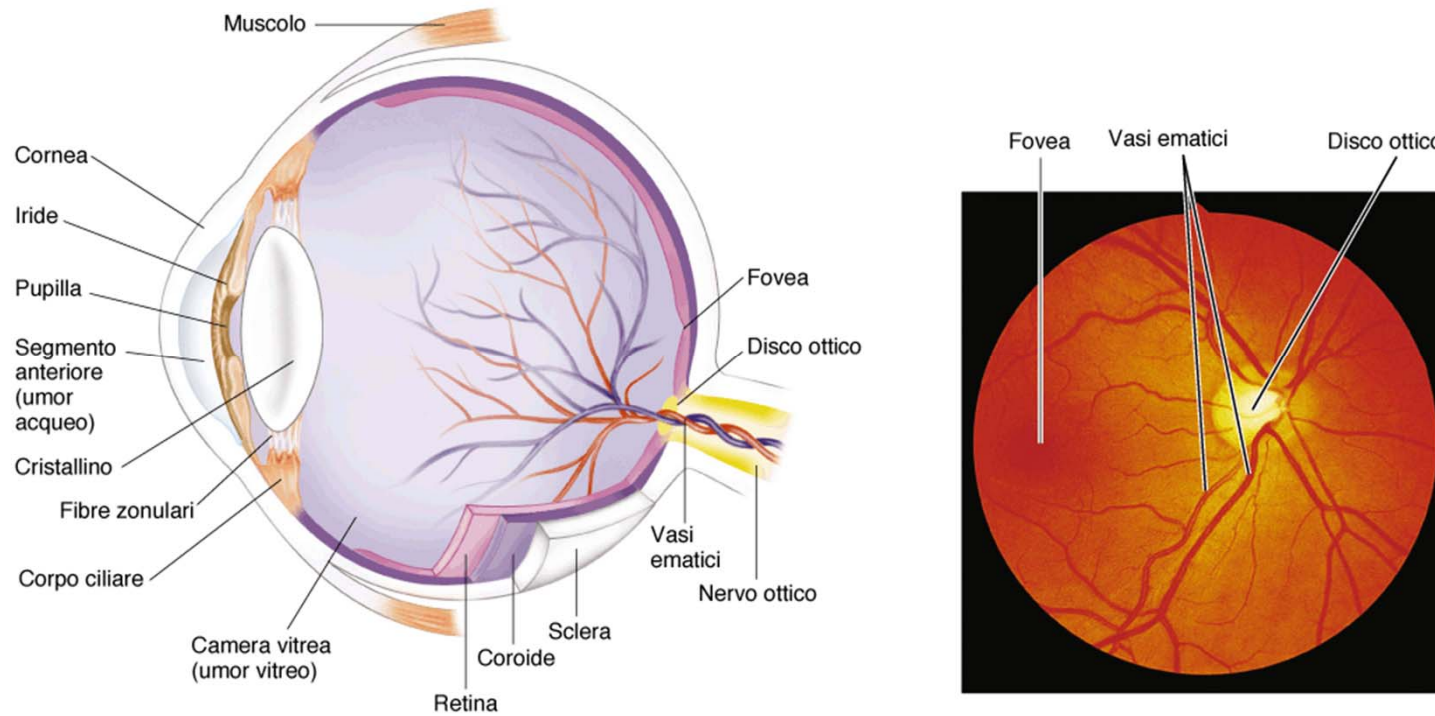
(b) Dolore modulato

Sistemi analgesici endogeni



Il neurone discendente bulbare stimola l'interneurone a rilasciare encefalina che inibisce il rilascio di sostanza P dal neurone afferente che stimola in neurone di secondo ordine

Sistemi sensoriali specifici: la vista



Fotorecettori

Coni (luce intensa/colori)

Bastoncelli (luce soffusa/bn)

Il meccanismo della fototrasduzione

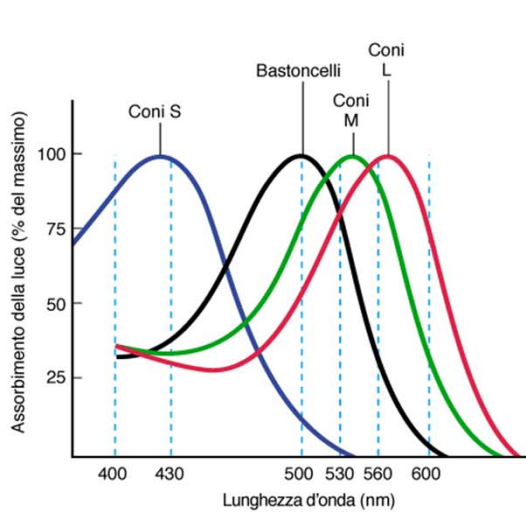
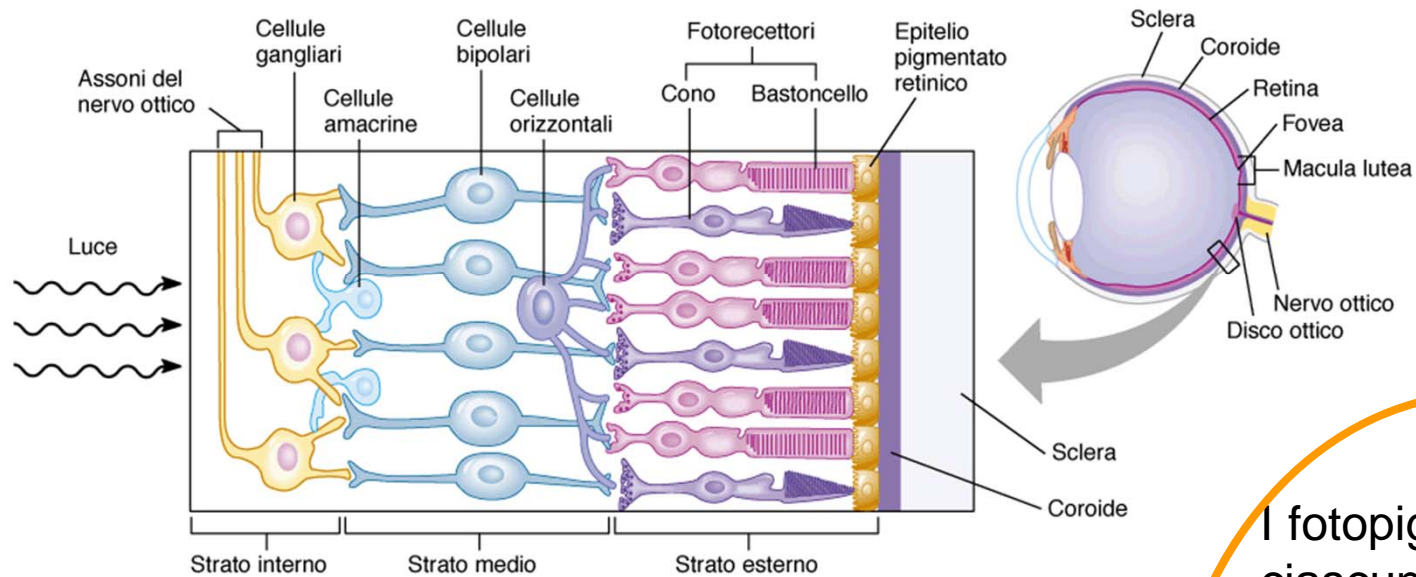


FIGURA 10.34 Spettri di assorbimento dei diversi fotorecettori. I bastoncelli assorbono la luce di in un ampio ambito di lunghezze d'onda. Gli spettri di assorbimento dei tre diversi tipi di cono si sovrappongono.

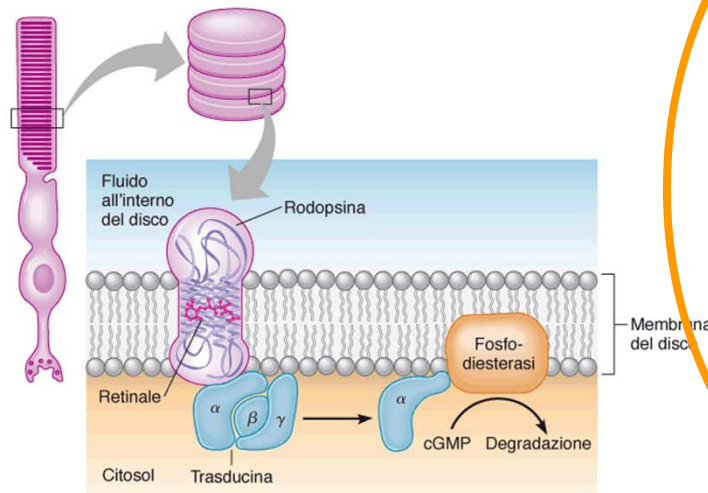
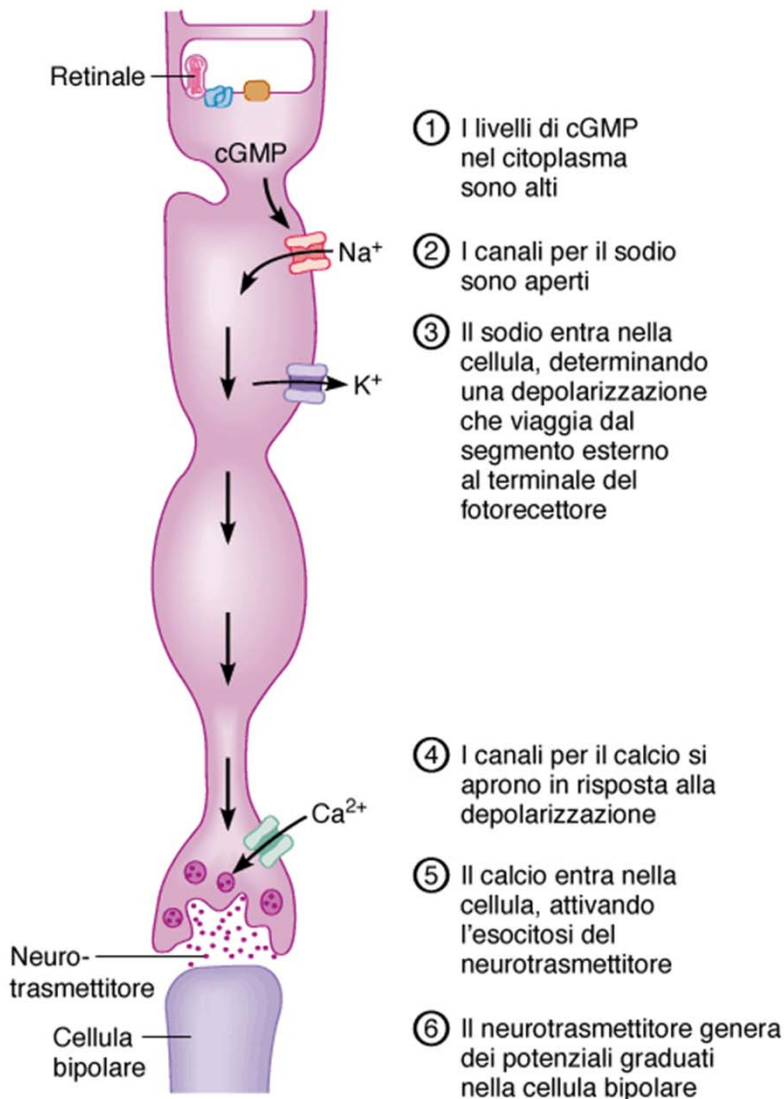
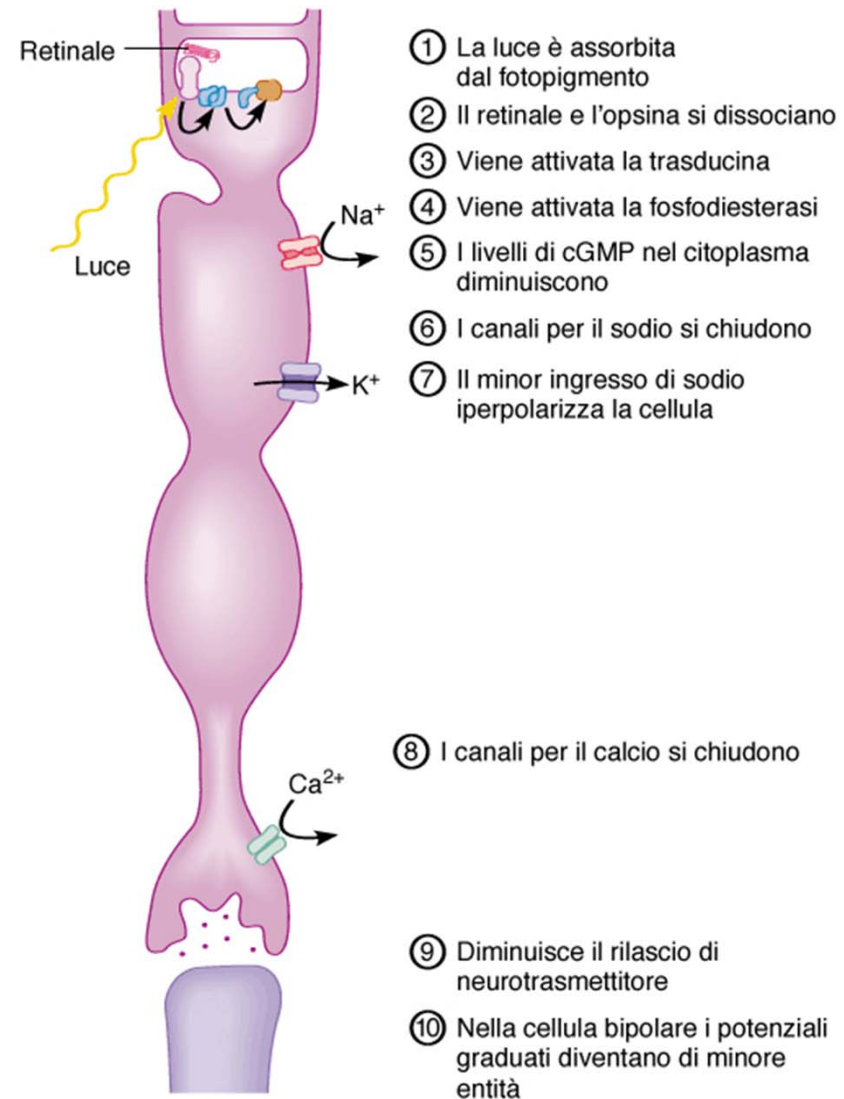


FIGURA 10.32 Componenti dei bastoncelli. Il fotopigmento rodopsina si trova nella membrana dei dischi localizzati nel segmento esterno. La rodopsina è accoppiata a una proteina G, chiamata trasducina, che attiva l'enzima fosfodiesterasi, il quale, a sua volta, catalizza la degradazione del GMP ciclico.

I fotopigmenti sono 4 ciascuno formato da due proteine: retinale (di struttura costante) ed opsina (di struttura variabile) che può essere rodopsina (bastoncelli) oppure opsina L, M, S (coni)



(a) Stato del fotorecettore al buio



(b) Risposta del fotorecettore alla luce

FIGURA 10.33 La fototrasduzione della luce. (a) Al buio, i fotorecettori rilasciano il neurotrasmettitore. (b) In presenza di luce, questa viene assorbita dal fotopigmento e si scatena una sequenza di eventi che riduce il rilascio del neurotrasmettitore.

Le vie nervose visive

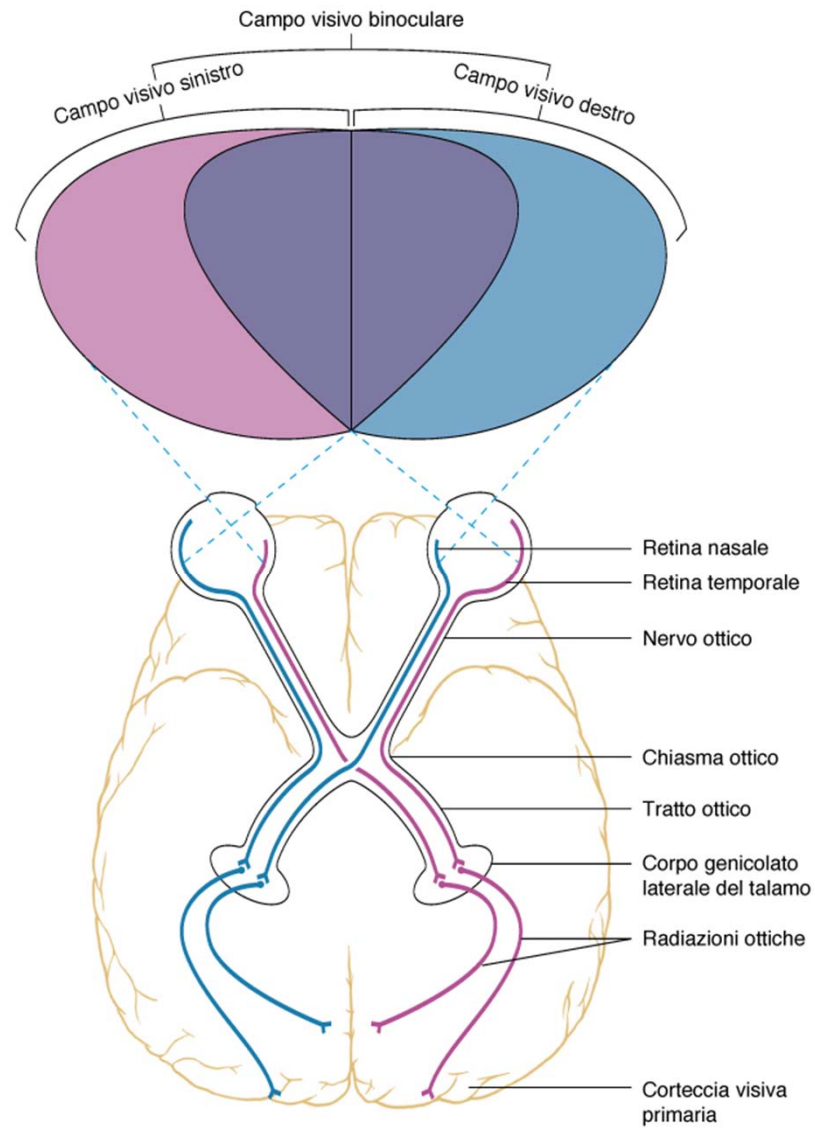


FIGURA 10.40 Vie visive.

Sistemi sensoriali specifici: l'udito

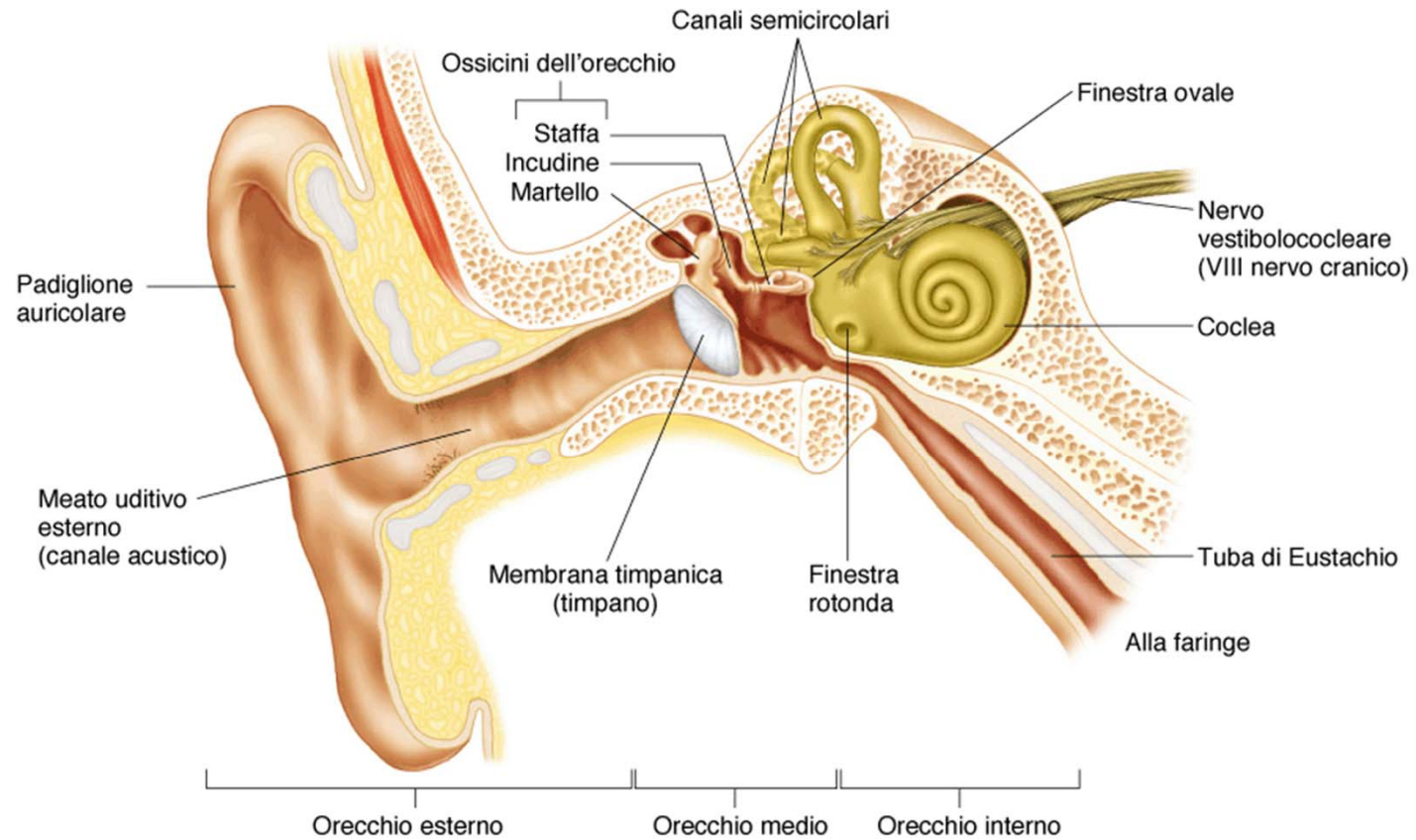


FIGURA 10.41 Anatomia dell'orecchio. Sono evidenziate le principali strutture dell'orecchio esterno, medio e interno.

Orecchio esterno: padiglione e meato uditivo

Orecchio medio: timpano, 3 ossicini, finestra ovale

Orecchio interno: finestra rotonda, coclea, canali semicircolari

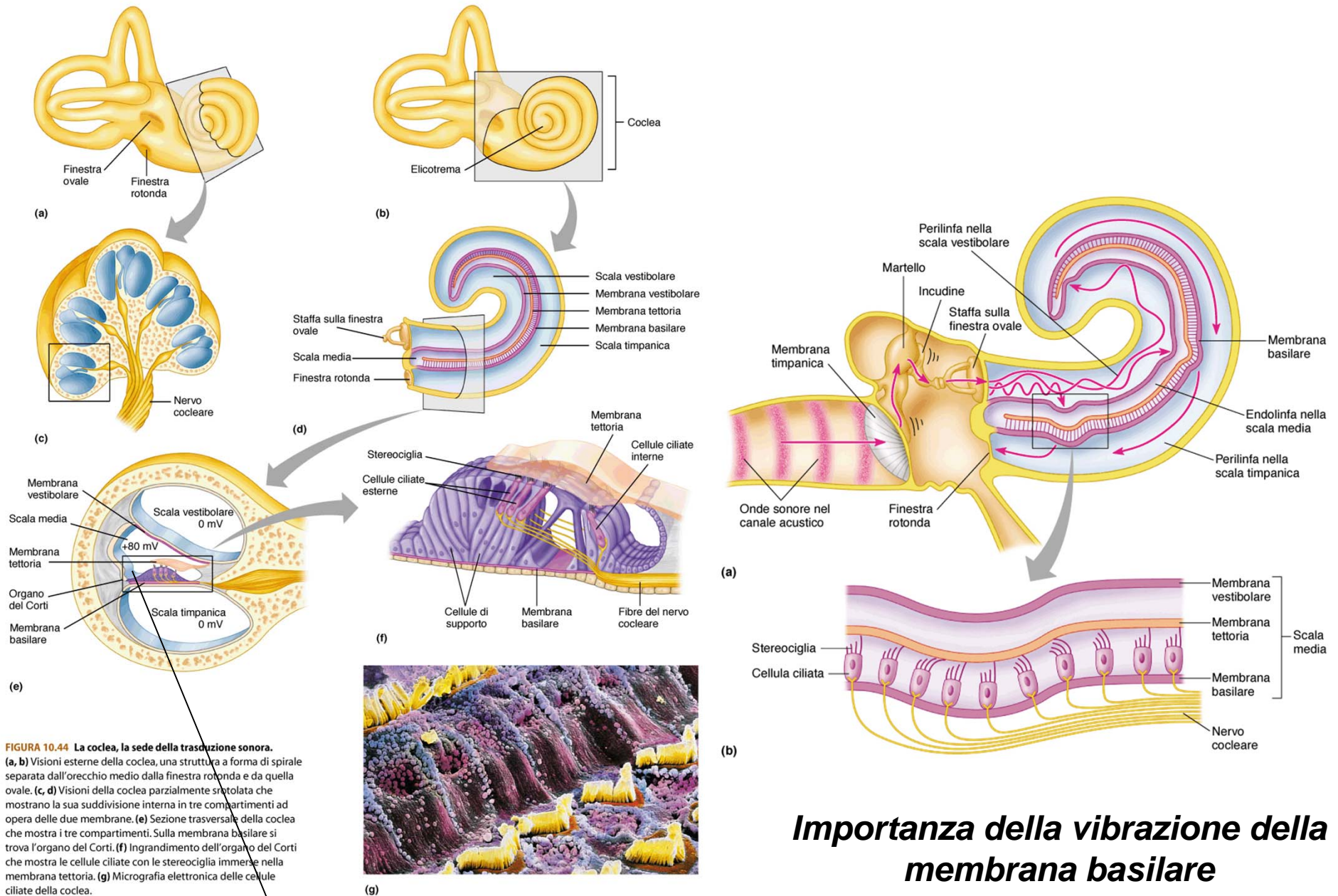


FIGURA 10.44 La coclea, la sede della trasduzione sonora.
(a, b) Visioni esterne della coclea, una struttura a forma di spirale separata dall'orecchio medio dalla finestra rotonda e da quella ovale. **(c, d)** Visioni della coclea parzialmente srotolata che mostrano la sua suddivisione interna in tre compartimenti ad opera delle due membrane. **(e)** Sezione trasversale della coclea che mostra i tre compartimenti. Sulla membrana basilare si trova l'organo del Corti. **(f)** Ingrandimento dell'organo del Corti che mostra le cellule ciliate con le stereociglia immerse nella membrana tectoria. **(g)** Micrografia elettronica delle cellule ciliate della coclea.

Importanza della vibrazione della membrana basilare

Potenziale elettrico della perilinfia rispetto all'endolinfa

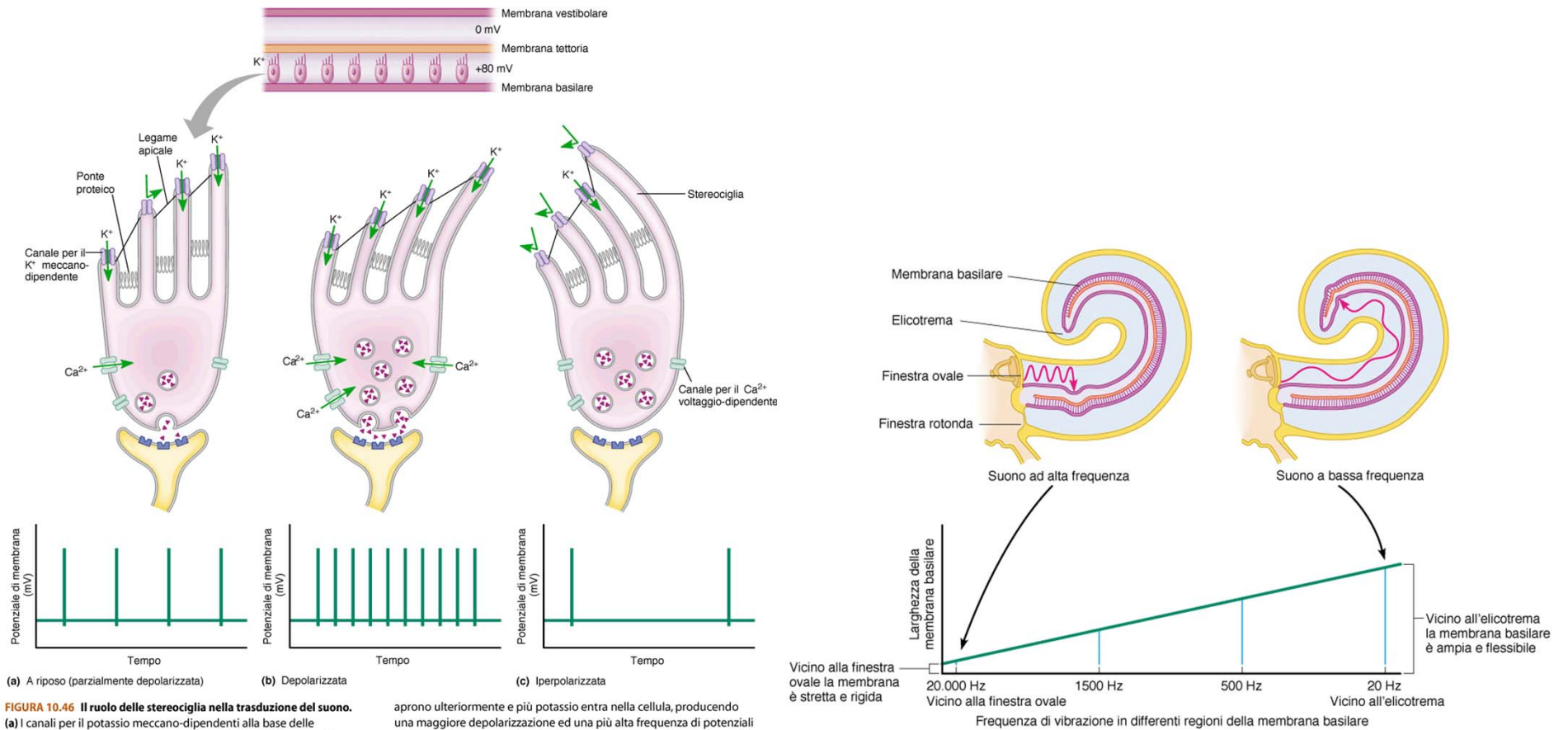


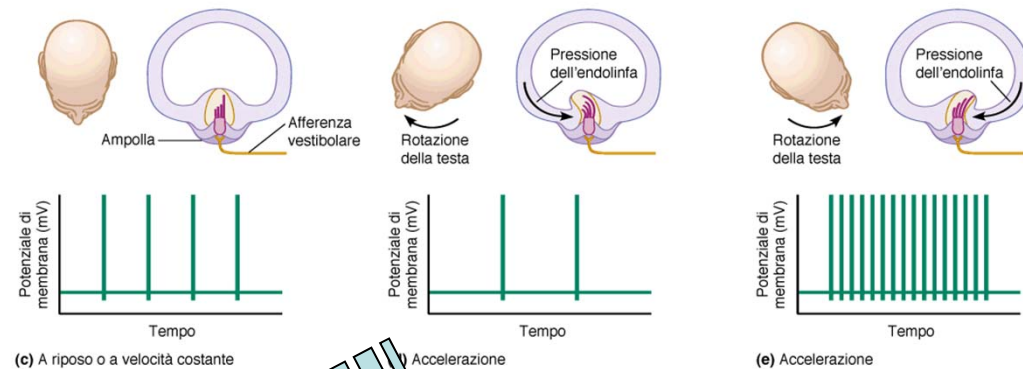
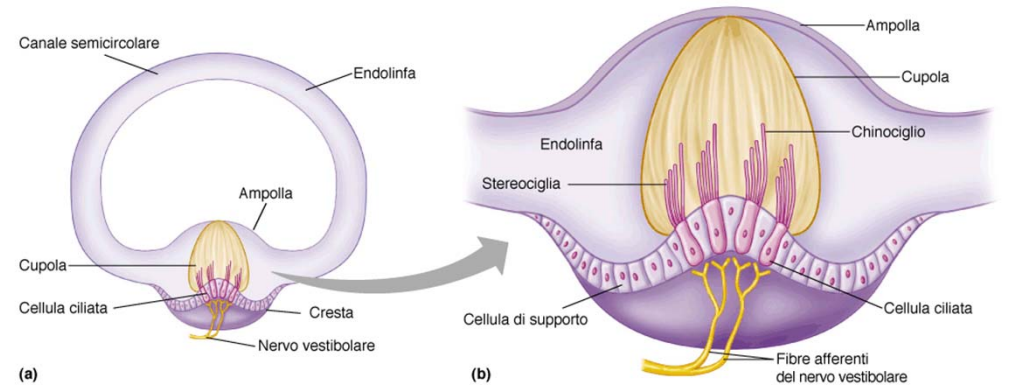
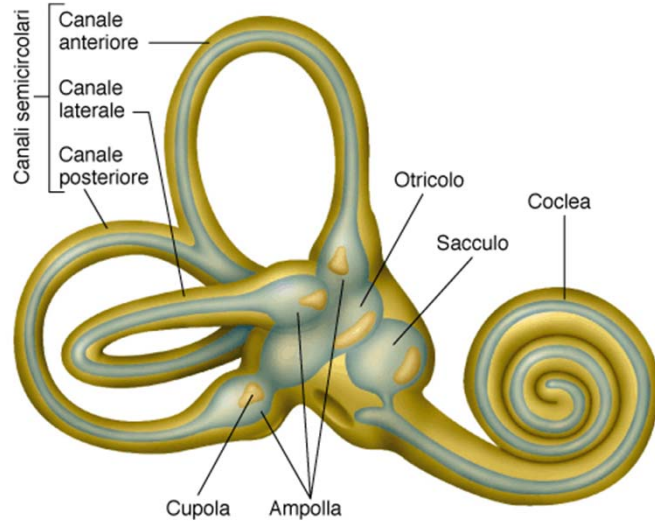
FIGURA 10.46 Il ruolo delle stereociglia nella trasduzione del suono. (a) I canali per il potassio mecano-dipendenti alla base delle stereociglia sono parzialmente aperti quando le cellule sono a riposo (stereociglia diritte) e gli ioni potassio che entrano nella cellula producono una piccola depolarizzazione, sufficiente a liberare un po' di neurotrasmettitore, che comunica con il neurone afferente. Ne risulta una serie di potenziali d'azione a bassa frequenza. (b) Quando le stereociglia si inclinano verso il ciglio più alto, i canali per il potassio si

aprono ulteriormente e più potassio entra nella cellula, producendo una maggiore depolarizzazione ed una più alta frequenza di potenziali d'azione nel neurone afferente. (c) Quando le stereociglia si piegano in direzione opposta al ciglio più alto, i canali per il potassio si chiudono e solo poco potassio può entrare nella cellula. La conseguente minore liberazione di neurotrasmettitore riduce la frequenza di potenziali d'azione nel neurone afferente.

Vie uditive: nervo cocleare, nuclei cocleari del bulbo, corpo genicolato mediale del talamo, corteccia uditiva

Sistemi sensoriali specifici: equilibrio

L'apparato vestibolare è localizzato in una cavità ossea nota come labirinto osseo



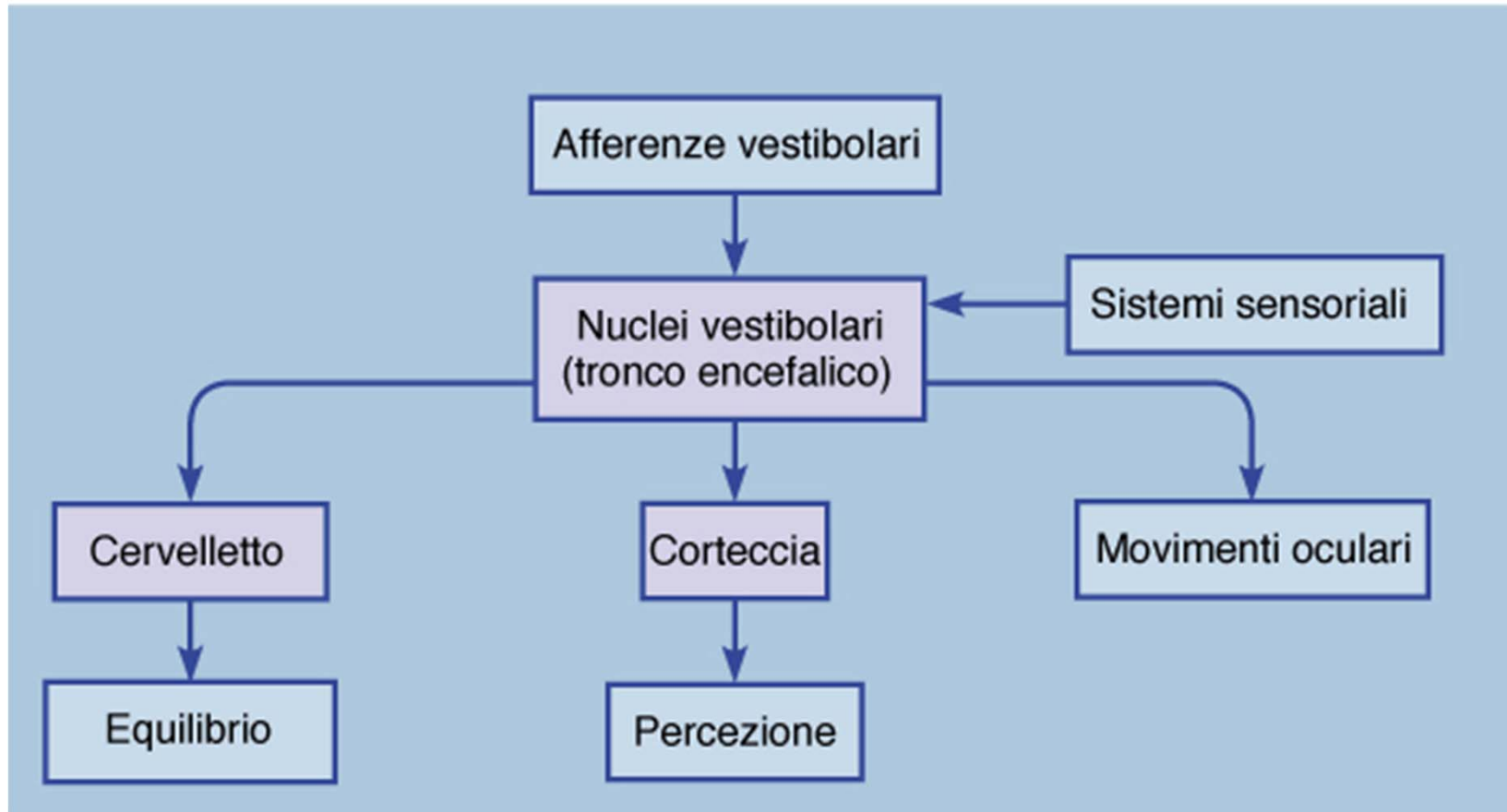
Perchè l'arresto di rotazioni improvvise fa girare la testa?

*Ripiegamento opposto al chinociglio:
iperpolarizzazione*

Depolarizzazione

I canali semicircolari percepiscono l'accelerazione angolare, l'otricolo quella lineare (avanti e indietro), il sacculo quella lineare (alto, basso)

Vie nervose vestibolari



Sistemi sensoriali specifici: gusto

Presenza dei bottoni gustativi capaci di rilevare 4 tipi di gusto (+1):
Dolce, salato, amaro, acido e umami (squisito in giapponese)

Il ligando si lega a recettori gustativi ma per farlo si deve sciogliere nella saliva

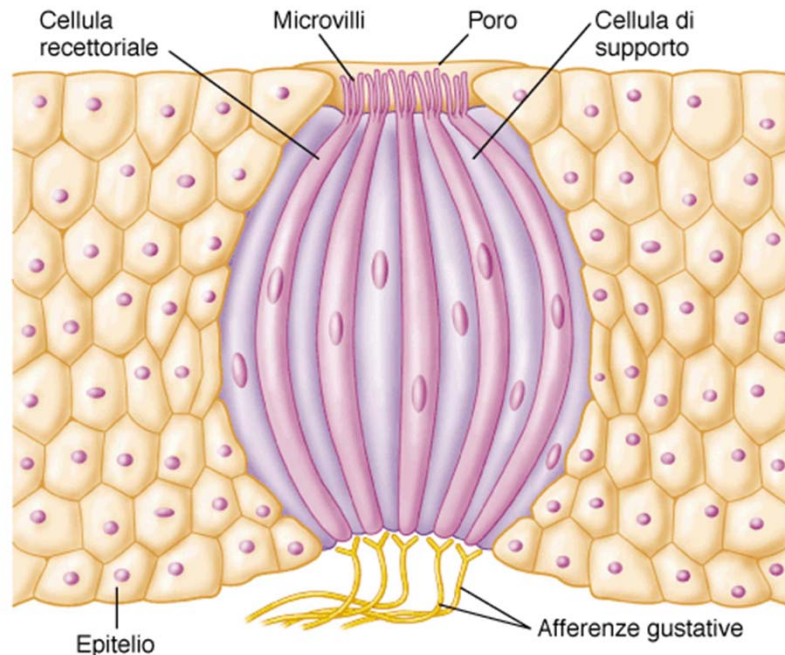
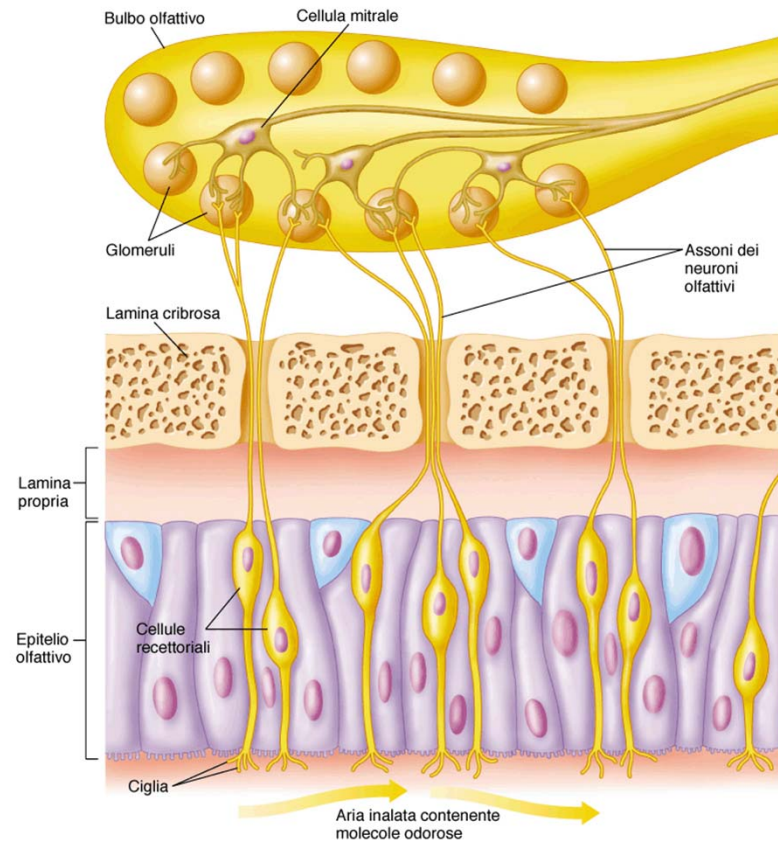


FIGURA 10.52 Cellule recettoriali per il gusto in un bottone gustativo. I recettori gustativi contengono microvilli che si estendono in un poro alla sommità del bottone gustativo, venendo in tal modo esposti alle particelle di cibo disciolte nella saliva.

Vie gustative: nucleo gustativo del bulbo, talamo controlaterale, corteccia gustativa in prossimità della corteccia somatosensoriale della bocca

Sistemi sensoriali specifici: olfatto

Molecole odoranti di devono sciogliere nel muco



Gli assoni delle cellule mitrali formano il tratto olfattivo e da qui proiettano alla corteccia olfattiva ed al sistema limbico. Non ci sono sinapsi a livello talamico (caso unico per i sistemi sensoriali)

Un tipo di recettore espresso da ciascuna cellula recettoriale

Su ciascuna cellula mitrale convergono più sinapsi da diverse cellule recettoriali