

Lezione 17

Il tessuto nervoso III

Le sinapsi

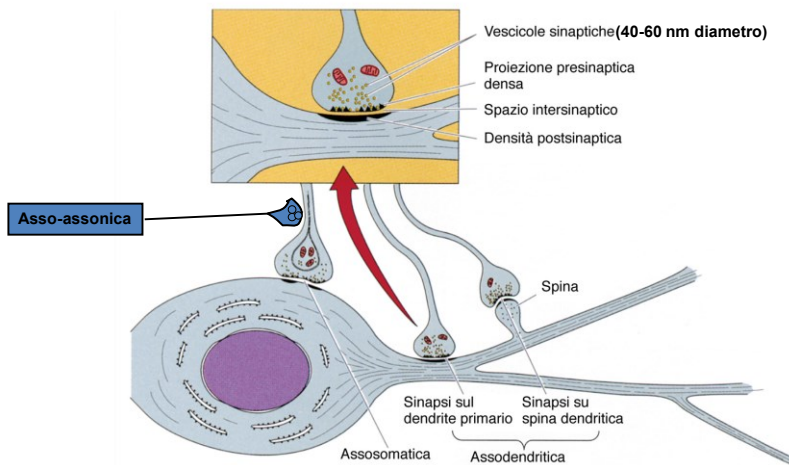
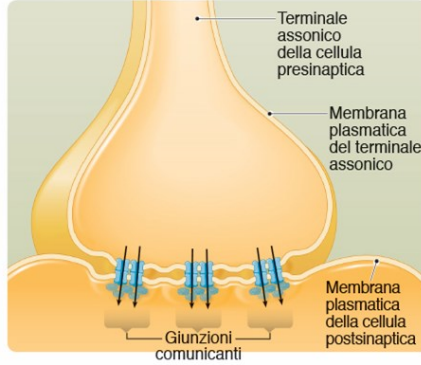


Figura 9-17

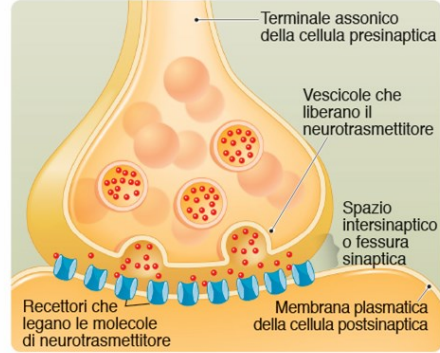
Differenze tra sinapsi elettriche e sinapsi chimiche

A Sinapsi elettrica



In una sinapsi elettrica, le membrane plasmatiche della cellula presinaptica e di quella postsinaptica sono in contatto diretto. Il flusso di ioni attraverso le giunzioni comunicanti che connettono le due membrane permette agli impulsi di passare direttamente alla cellula postsinaptica.

B Sinapsi chimica



In una sinapsi chimica, le membrane plasmatiche della cellula presinaptica e di quella postsinaptica sono separate da una stretta fessura sinaptica. Le molecole di neurotrasmettitore diffondono attraverso la fessura e si legano a recettori situati sulla membrana postsinaptica. Il legame porta all'apertura di canali che favoriscono il flusso di ioni, che può dare origine a un nuovo impulso nella cellula postsinaptica.

Figura 18.31 ▲ I due tipi di sinapsi che i neuroni utilizzano per comunicare con altri neuroni o con gli effettori.

Classificazione di Grey delle sinapsi

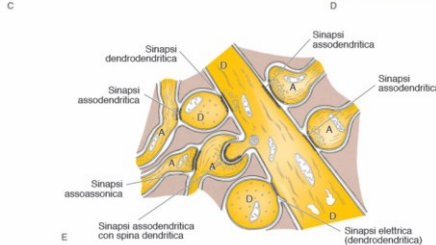
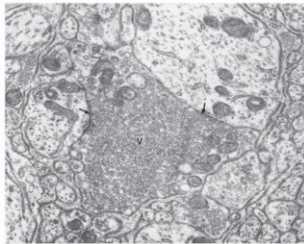


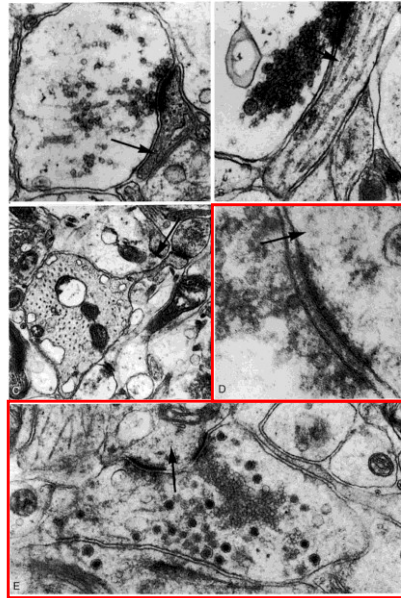
Figura 18.33 ▲ La sinapsi. (A) Cellula piramidale della corteccia cerebrale colorata con il metodo di Golgi. Sulla sinistra dell'immagine si trova il corpo cellulare, dal quale si diramano i dendriti che si portano verso destra, fino alla superficie corticale per contrarre sinapsi. (B) Sinapsi chimiche tra neuroni. Le sinapsi possono formarsi con dendriti (sinapsi assodendritiche), con il corpo cellulare (sinapsi assosomatiche) o con un altro assonne (sinapsi assosomatiche). (C) Ultrastruttura di una sinapsi assodendritica. Si notano numerose vescicole sinaptiche (V) all'interno del terminale assonico in sinapsi con dei dendriti. Si notano inoltre gli spazi intersinaptici (freccie). (D) Micrografia al SEM, colorata artificialmente. Sulla superficie di un singolo neurone possono formarsi migliaia di sinapsi chimiche. Molte di queste sinapsi sono sempre attive. (E) Rappresentazione dell'ultrastruttura di vari tipi di sinapsi. Le aree in rosa rappresentano i processi citoplasmatici degli astrociti. Citoplasma neuronale in giallo. A: assoni; D: dendriti.

sinapsi asimmetriche (sinapsi di tipo I)
= sinapsi eccitatorie con evidenti PSD *

sinapsi simmetriche (sinapsi di tipo II)
= sinapsi inibitorie prove di PSD*

(PSD = post-synaptic density, densità post-sinaptica)

Le sinapsi chimiche al microscopio elettronico

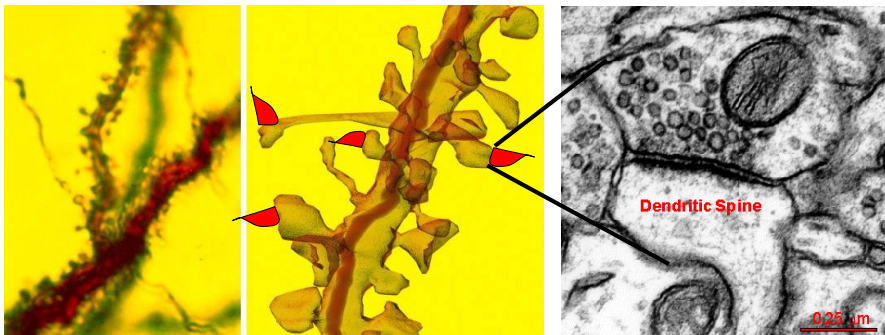


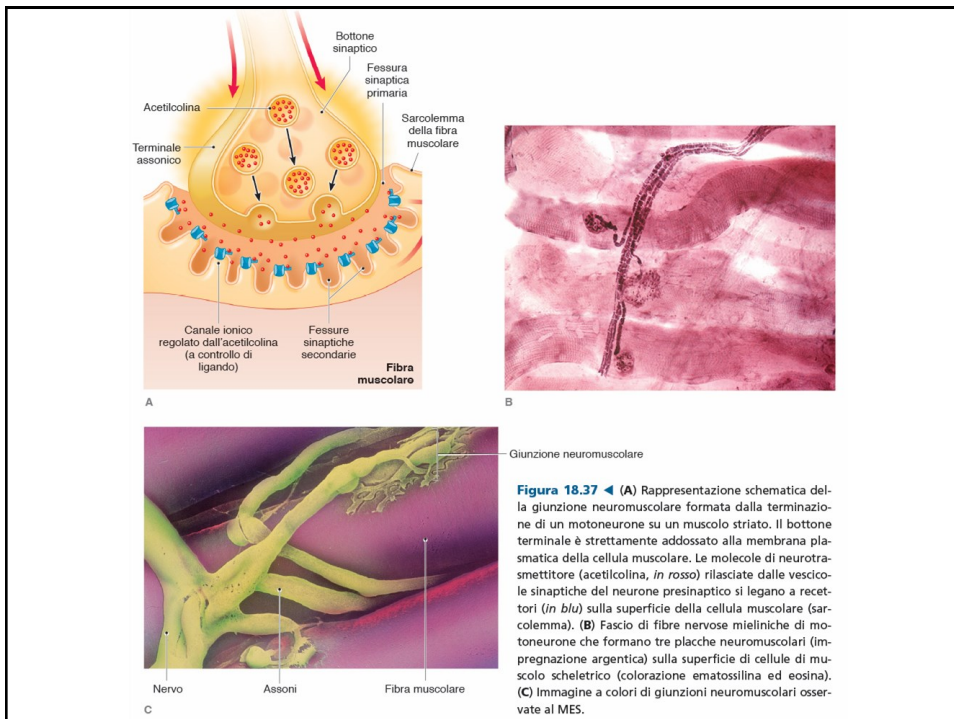
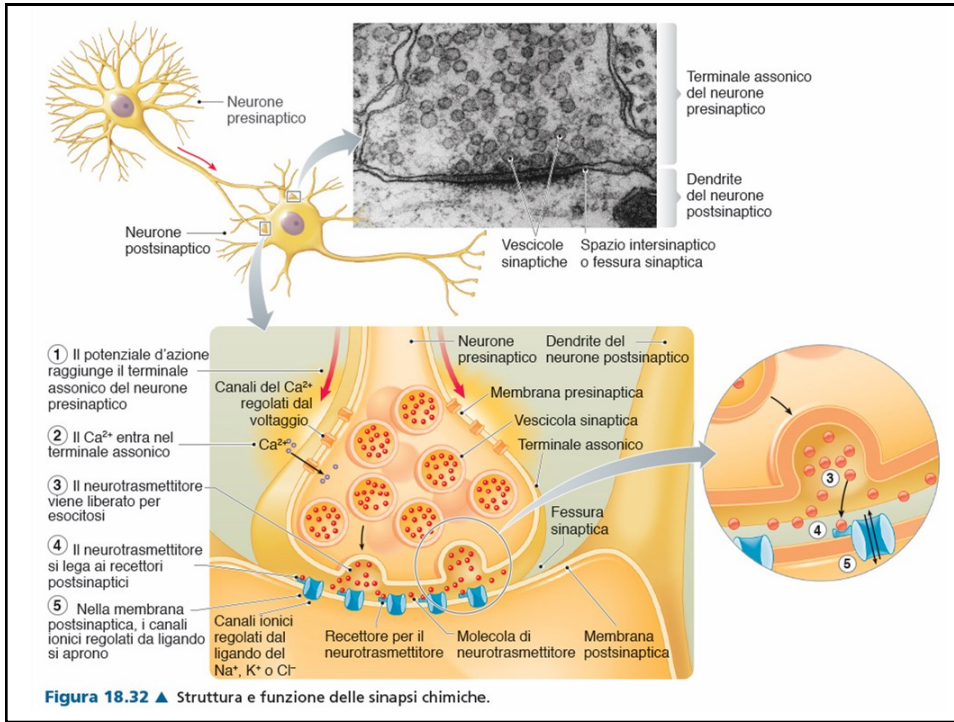
Frecce= direzione rilascio delle vescicole

Figura 9-18

Le sinapsi eccitatorie e le spine dendritiche

Spesso i dendriti sono coperti di spine, di varie forme. Le spine contengono solo sinapsi eccitatorie, mentre quelle inibitorie sono localizzate sul tronco del dendrite





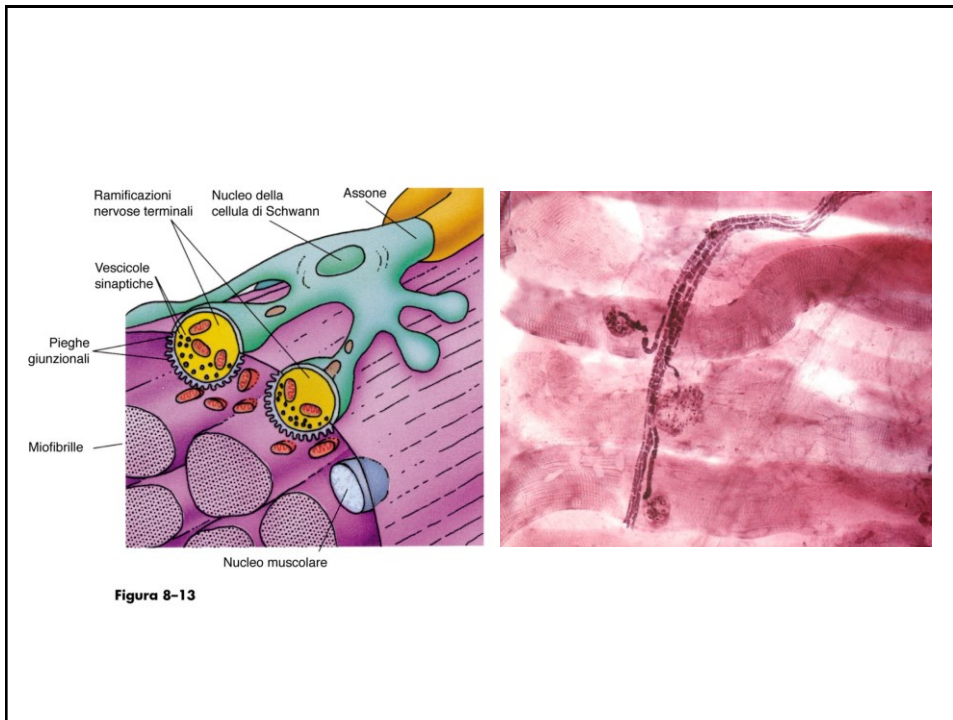


Figura 8-13



A

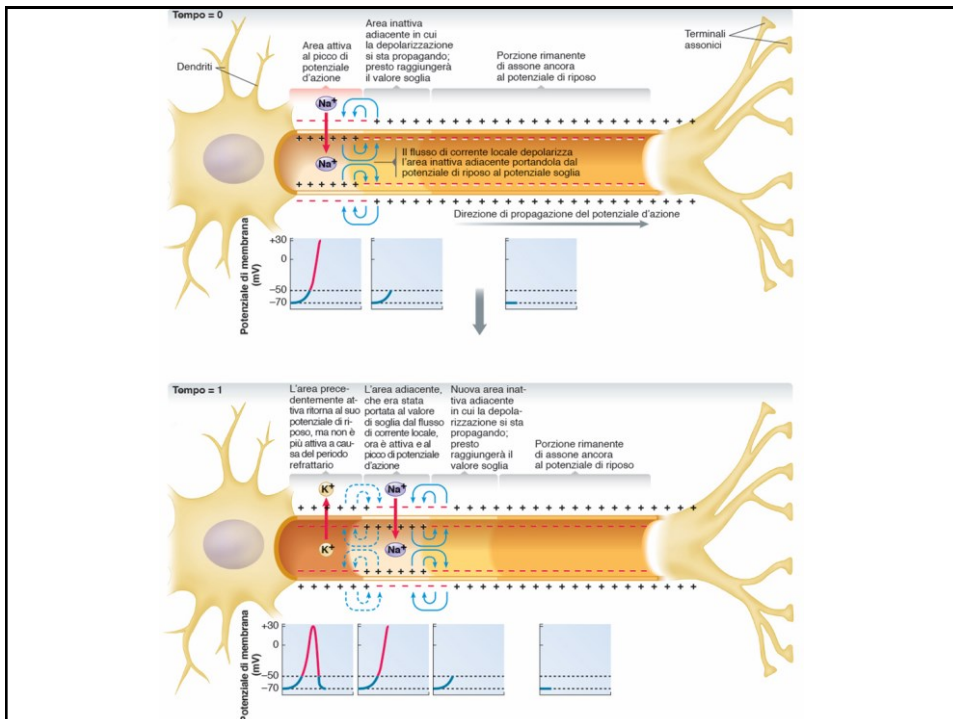
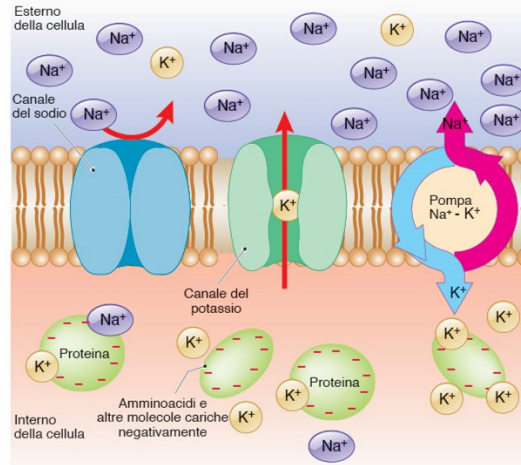
B

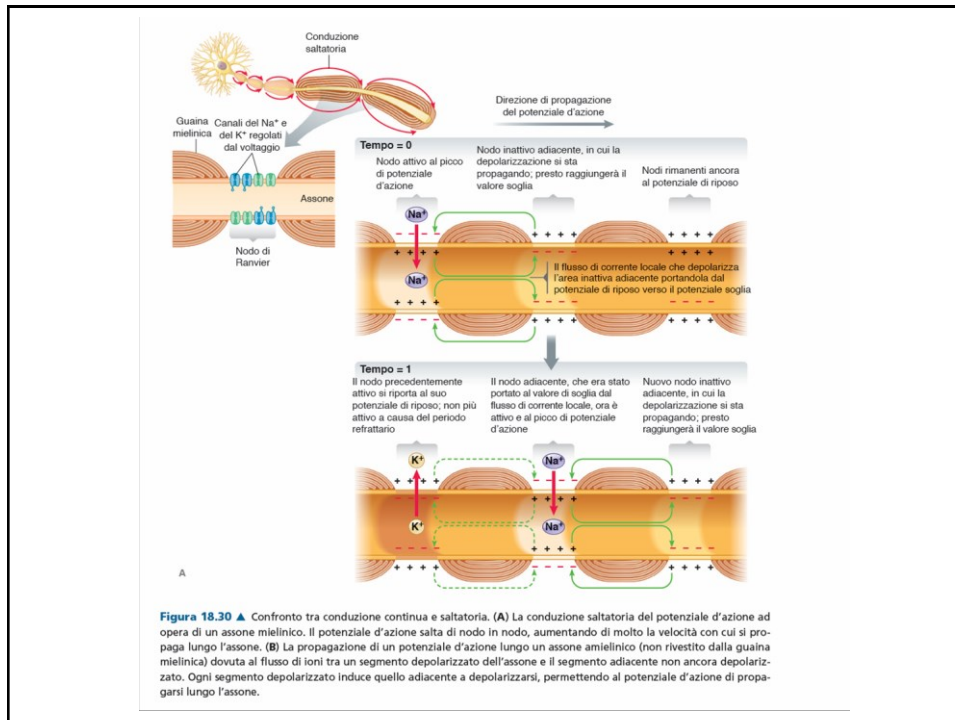
Figura 18.38 ▲ Sinapsi neuromuscolare (o placca motrice). Le immagini mostrano, a piccolo ingrandimento (A) e a forte ingrandimento (B), alcune sinapsi neuromuscolari. Le cellule muscolari striate scheletriche si contraggono in risposta a un impulso che vi giunge tramite l'assone di una fibra nervosa motoria. Al microscopio ottico, la sinapsi neuromuscolare appare come un piccolo rilievo circoscritto sulla superficie della fibra muscolare. È costituita di due parti: una appartenente alla fibra nervosa (di un nervo motore), l'altra alla fibra muscolare. Quando un ramo terminale di una fibra nervosa si avvicina alla fibra muscolare, perde la guaina mielinica e si ramifica a ridosso di una zona circoscritta della fibra muscolare, formando un'arborizzazione terminale. Colorazione impregnazione argentea ed ematossilina-eosina.

Trasmissione sinaptica:

le cellule nervose hanno un potenziale di membrane negativo

Figura 18.29 ► La distribuzione degli ioni all'interno e all'esterno dell'assone che genera il potenziale di riposo, -70 mV. La distribuzione degli ioni che non influiscono direttamente sul potenziale di riposo, come il Cl⁻, non è mostrata. I canali ionici regolati dal voltaggio si aprono e si chiudono in seguito ai cambiamenti del potenziale di membrana.





Recettori sensoriali

Classificazione a seconda della struttura istologica:

Negli epiteli e nel connettivo si possono distinguere due tipologie di terminazioni nervose periferiche:

- **terminazioni nervose libere** (non-incapsulate)
- **terminazioni nervose incapsulate**

in entrambi i casi sono fibre nervose afferenti somatiche

Classificazione a seconda della sensazione che portano:

- **Esterocettori** (pressione, tatto, temperatura e dolore dall'ambiente esterno)
- **Interocettori** (tatto, temperatura e dolore, dagli organi interni)
- **Propriocettori** (specializzati per rilevazione delle tensioni articolazioni, tendini, muscoli)

Recettori sensoriali non incapsulati

Le terminazioni libere



A Terminazioni nervose libere

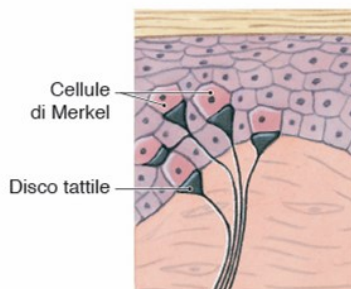
- Molto abbondanti nel tessuto connettivo (pressoché ubiquitarie)
- Tipicamente amieliniche
- Sensazioni tattili, dolorifiche e termiche verso il SNC; (meccanocettori, nocicettori e termocettori)

Oltre al derma della pelle, sono molto diffuse nel connettivo dello stroma della cornea, nella polpa della dentina, nei rivestimenti del muscolo (perimisio, endomisio), nei tendini.

Recettori sensoriali non incapsulati

I corpuscoli di Merkel

Meccanocettori non incapsulati localizzati nello strato profondo dell'epidermide in regioni sprovviste di peli e sottomucosa orale e linguale.



B Cellule di Merkel e dischi tattili

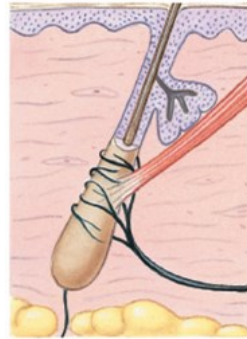
- terminazioni nervose
- nel tratto terminale, perdono la mielina, si ramificano e formano dei bottoni terminali espansi
- cellule epiteliali globose dette **cellule di Merkel**.
- **meccanocettori a lento adattamento**, (persistono nell'inviare segnali per tutto il tempo in cui sono eccitati
- pur avendo un'elevata sensibilità a stimoli dinamici (sfregamento), possono rispondere anche agli stimoli stazionari (pressione).

Recettori sensoriali non incapsulati

Terminazioni nervose tattili con struttura ad anello

(simili ai corpuscoli di Meissner ma prive di capsula connettivale)

si trovano alla base dei peli/capelli, dove circondano la radice e sono attivate dalla flessione del pelo/capello



C Terminazioni nervose libere del plesso della radice pilifera

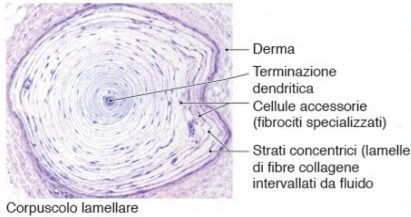
Terminazioni incapsulate

- 1) Hanno assoni mielinizzati - molto più rapide nel trasmettere le informazioni sensoriali - nel tratto terminale perdono la mielinizzazione (da cellule di Schwann),
- 2) Sono avvolte da una **capsula connettivale** specializzata (sinonimo: **guaina connettivale**) con la quale danno forma ai **corpuscoli terminali sensoriali**.
- 3) Portano sensazioni tattili, dolorifiche e termiche.
- 4) Rispetto alle terminazioni libere, le terminazioni incapsulate sono molto più precise come riferimento territoriale (migliore localizzazione sensazione)

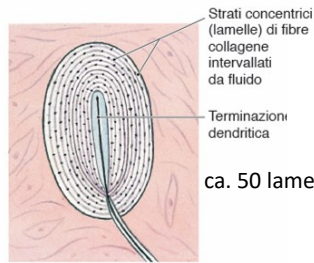
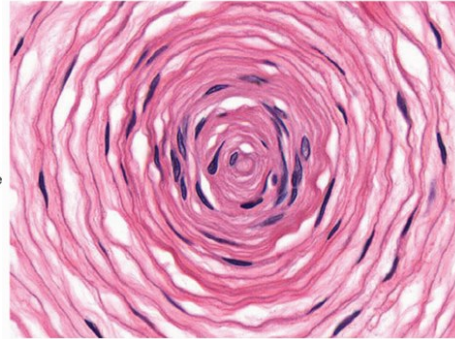
Tre tipi di recettori tattili incapsulati

- corpuscoli di Pacini (e varianti di Golgi-Mazzoni e gomitol terminali di Krause)
- corpuscoli di Meissner
- corpuscoli di Ruffini

I corpuscoli di Pacini – Vater (lamellari)



Corpuscolo lamellare



ca. 50 lamelle

F Corpuscolo lamellare

recettori ad adattamento rapido (strutture lamellari ovoidali di 0.5-4 mm di lunghezza e 1-2 mm di larghezza)

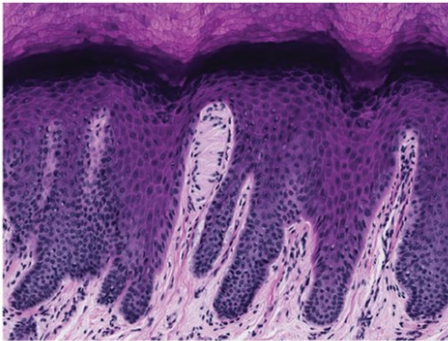
sensibilità molto elevata recettori specializzati per la pressione e le vibrazioni (spec. se indotte da uno stimolo in movimento)

localizzati nel tessuto connettivo sottocutaneo a livello dell'**ipoderma**, nel peristio e nello stroma di alcuni organi.

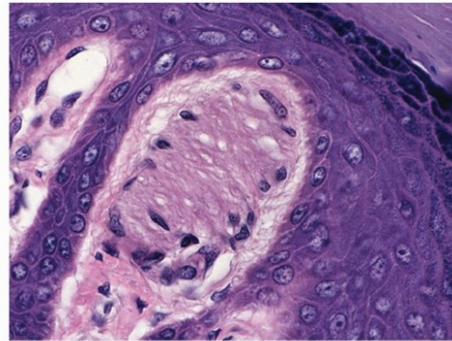
Corpuscoli di Golgi-Mazzoni -> connettivo di muscoli e guaine tendinee
Gomitoli di Krause -> sensazioni tattili glande e nel clitoride

I corpuscoli di Meissner

sono deputati alla **discriminazione tattile fine** (campo ricettivo ristretto)



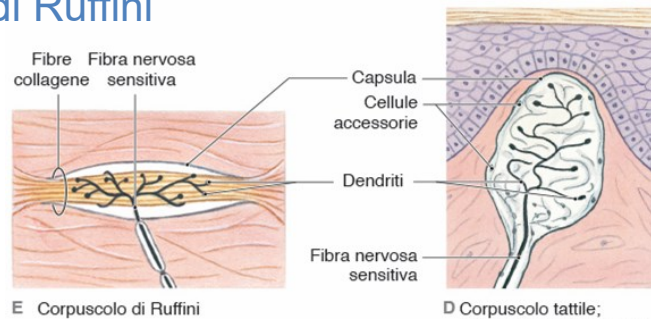
A



B

Figura 18.36 ▲ Corpuscoli di Meissner osservati a diversi ingrandimenti. Nei corpuscoli di Meissner la terminazione nervosa è avvolta da una capsula connettivale sottile e/o incompleta, che serve ad amplificare lo stimolo tattile. Nell'uomo costituiscono circa il 40% dei sensori tattili presenti nelle mani; sono molto numerosi nei polpastrelli e nella lingua. Nelle immagini a piccolo ingrandimento (A) e a forte ingrandimento (B) si osserva un corpuscolo di Meissner in una papilla dermica. Colorazione con ematossilina ed eosina.

I corpuscoli di Ruffini



- 1) Capsula connettivale fusiforme (1 mm lung. x 0.2-0.5 mm largh.)
- 2) fibra nervosa mielinica ramificata.
- 3) Strati più profondi del derma e strati superficiali connettivo dei polpastrelli
- 4) Percezione tattile: avvertono spostamenti tangenziali della cute contribuendo alla percezione dei movimenti. **Recettori ad adattamento lento.**
- 5) Recettori specializzati per la sensibilità termica al caldo. Sono stimolati da temperature tra 20°C e 45°C ("freddo paradossso" in quanto poco reattivi alla temperatura di 45°C per poi riattivarsi fortemente tra 46-50°C)

I nocicettori (da latino: *nocivis*, dannoso)

terminazioni nervose libere di neuroni sensoriali
sensibilità dolorifica cute, muscoli, articolazioni, meningi e tessuti profondi.

Classificazione in base al calibro e velocità delle fibre:

fibre A δ (A-delta) per la conduzione rapida del dolore,
fibre C per la conduzione lenta del dolore.

Classificazione in base alla modalità del segnale:

Nocicettori meccanici sensazione di dolore pungente in seguito a stimoli cutanei vigorosi (pizzicotto, puntura, schiacciamento). Terminazioni nervose nude e fibre mielinizzate con assoni di calibro medio A δ (diametro tra i 2 e i 5 micron) con mielina sottile e conduzione veloce del segnale (5-30 m/s).

Nocicettori termici fibre mielinizzate di tipo A δ , trasmettono segnali attivati da temperature estreme (maggiori di 45°C o minori di 5°C) che vengono percepite come dolorose.

Nocicettori polimodali rispondono a stimoli: meccanici, termici e chimici (anche mediatori chimici dell'infiammazione). Sensazione di dolore sordo legata alla lenta conduzione del segnale tramite fibre amieliniche di tipo C, aventi assoni di calibro piccolo (diametro 0,3-3 micron) con conduzione lenta (0,5-2m/s).

Nocicettori silenti sono una categoria eterogenea di nocicettori che comprendono fibre mielinizzate A δ e amieliniche C che generalmente agiscono di concerto.

- Localizzati principalmente nei visceri
- Sensibili a stimoli quali la torsione, la distensione, la temperatura e l'ischemia dei visceri. L'attivazione delle fibre mielinizzate A δ provoca un dolore acuto e più localizzato mentre l'attivazione delle fibre C è responsabile di un dolore persistente e diffuso.
- Il segnale rilevato da questi nocicettori ha una scarsa precisione topografica, rispetto ai nocicettori della cute.

La lingua e la sensorialità del gusto

La lingua è costituita prevalentemente da muscolo striato. Si divide in 3 porzioni: anteriore (2/3), posteriore (1/3) e la radice

Muscoli intrinseci:
modificano la forma della lingua

Muscoli estrinseci:
movimenti dentro e fuori bocca e laterali

Papille linguali:

- filiformi
- fungiformi
- foliate
- circumvallate

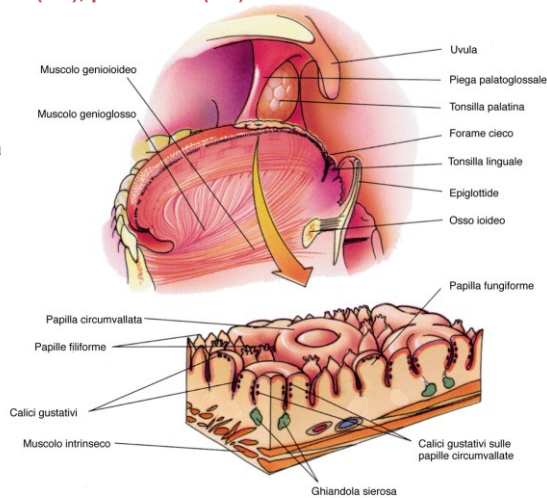


Figura 16-9

Papille linguali

Filiformi = epitelio squamoso cheratinizzato

Aspetto vellutato della lingua, rimuovono il cibo dalla superficie del palato

Fungiformi = epitelio squamoso non cheratinizzato

Ben vascolarizzate, calici gustativi sul dorso della parte espansa

Foliate = Margine posterolaterale della lingua, solo nel neonato, poi degenerano

Circumvallate = epitelio squamoso cheratinizzato

Aspetto vellutato della lingua, rimuovono il cibo dalla superficie del palato

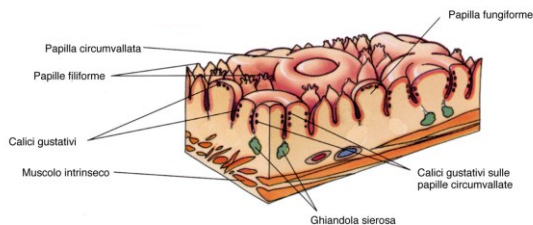


Figura 16-9

Calici gustativi

Circa 3000 sulla lingua, organi sensoriali gustativi

Struttura a fuso con un'apertura verso l'esterno (=poro del gusto) e terminazioni nervose sensoriali all'interno

60-80 cellule di 4 tipologie:

- Cellule scure (tipo I)
- Cellule chiare (tipo II)
- Cellule intermedie (tipo III)
- Cellule basali (tipo IV) staminali

Le fibre nervose prendono contatto con cellule tipo I, II, III

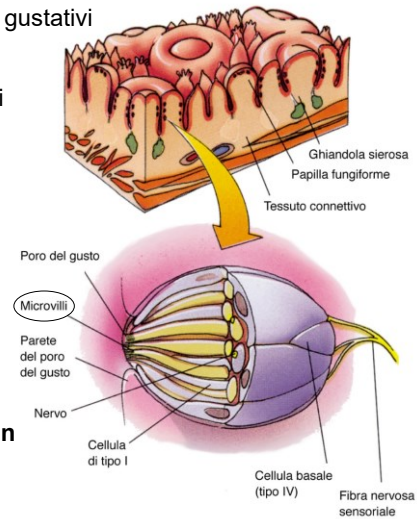


Figura 16-10

Calici gustativi

Le sensazioni del gusto sono 4:

- Salato -(sapidità - anteriore)
- Dolce -(sapidità - anteriore)
- Amaro -(goudron - posteriore)
- Acido -(freschezza - laterale)

ogni calice puo' avere le 4 sensazioni, ma e' specializzato per solo 2 di esse

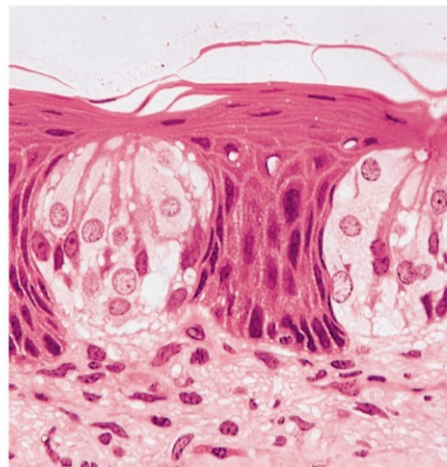


Figura 16-11