

Tema 03 – Terminaciones nerviosas

1. Terminaciones sensitivas. Terminaciones libres.
2. Terminaciones corpusculares:
 - no encapsuladas
 - encapsuladas
3. Variantes especiales
 - Órgano músculo – tendinoso de Golgi
 - Huso neuromuscular
4. Terminaciones nerviosas motoras
5. Terminaciones sobre fibras musculares esqueléticas
6. Terminaciones sobre fibras musculares lisas
7. Terminaciones sobre glándulas

Seminario

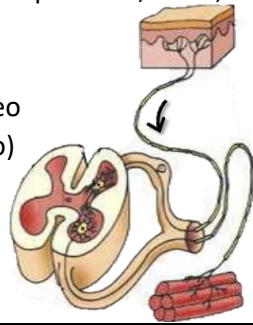
1. TERMINACIONES SENSITIVAS

Receptor sensorial: información del medio externo e interno

- Localización específica (zonas sensibles)
- reaccionan por estímulos físicos o químicos
- transformación en estímulo nervioso → SNC
 - Receptores sencillos: tacto, temperatura, dolor, etc.
 - Órganos especializados

Estructura básica

- terminación fibra nerviosa gl. raquídeo (dendrita funcional/axón morfológico) pierde vaina mielina puede ramificarse
- glía del SNP
- con/sin cápsula conjuntiva



Las terminaciones sensitivas constituyen los receptores sensoriales y estos receptores sensoriales son los que nos permiten saber la información del medio externo y del medio interno.

¿qué tipo de estímulos recibimos? Estímulos físicos y químicos, recibimos luz y vemos, ¿por qué vemos? Porque tenemos un receptor sensible a la luz. ¿Por qué oímos? Porque tenemos un receptor sensible a las ondas sonoras...

Por lo tanto, nosotros somos capaces de percibir estímulos en cuanto tengamos un

receptor que sea sensible. ¿qué ocurriría si tenemos un aparato de Rayos X radiando todo el día? Aparte de morirnos, no pasaría nada, no nos enteraríamos, ya que no tenemos receptores para los Rayos X.

Están localizados específicamente estos receptores, aunque hay una distribución amplia por todo nuestro organismo. Esta distribución no es homogénea, no todo el organismo tiene la misma cantidad de receptores. Cuanto más receptores tenga una determinada zona, será más sensible, por ejemplo: las yemas de los dedos.

Transforman el estímulo nervioso, el cual llegará al SNC y ahí elaborará la respuesta que crea pertinente.

En términos básicos, vamos a encontrarnos una terminación de la fibra nerviosa en el órgano diana, y esta diana está en continuidad con la neurona pseudomonopolar del ganglio raquídeo. Esta neurona pseudomonopolar tiene un recorrido muy corto y tiene solo una prolongación bifurcada en "T" por eso tiene una rama que llega a la médula y la otra que llega hasta el receptor sensorial.

Si nos damos cuenta, la prolongación más larga de esta neurona no es un axón, es una dendrita funcional pero es un axón morfológico. Si fijamos, es una dendrita, porque se estimula en la punta y envía la información hacia la dirección contraria pero morfológicamente es un axón, porque está rodeada de células de Schwann y es por lo tanto una fibra mielínica. Cuando la veamos al microscopio vamos a decir el axón.

Esta terminación periférica, antes de llegar a su célula diana va a perder su mielina y se ramificará. Generalmente en las porciones terminales está revestida de una glía del SNP que es la teloglía o glía terminal, que la protege del entorno, tejido conjuntivo por ejemplo.

CLASIFICACIÓN RECEPTORES

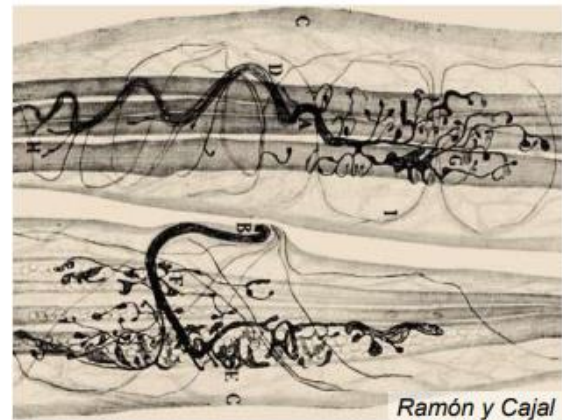
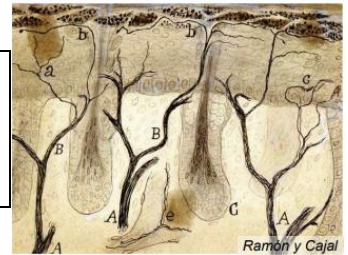
- EXTEROCEPTORES (del medio externo) localizados cerca de la superficie
 - cutáneos: piel, pelos
 - órganos sensoriales especiales
- INTEROCEPTORES (de órganos internos)
 - vísceras y vasos sanguíneos
- PROPIOCEPTORES (del aparato locomotor)
 - articulaciones, tendones, músculos

Funcional (según naturaleza del estímulo)

- MECANORRECEPTORES: estímulos mecánicos
- NOCICEPTORES: dolor
- TERMORRECEPTORES: temperatura
- QUIMIORRECEPTORES: cambios químicos
- FOTORRECEPTORES: luz
- OSMORRECEPTORES: presión osmótica
- BARORRECEPTORES: presión

Clasificación receptores

- origen del estímulo
- naturaleza del estímulo
- morfología



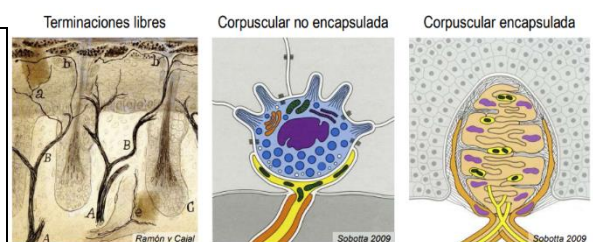
Los receptores se pueden clasificar atendiendo a distintos criterios, si los clasificamos según el origen del estímulo vamos a diferenciarlos en exteroceptores, interoceptores y propioceptores.

- Los exteroceptores están localizados cerca de la superficie no solo en la piel sino en los órganos sensoriales especiales como la retina. Reciben estímulos desde el exterior.
- Los interoceptores reciben estímulos de los órganos internos, de las vísceras y vasos sanguíneos, por ejemplo: si te duele el estómago.
- Los propioceptores es un tipo de interoceptor porque viene del interior pero concretamente del aparato locomotor. Estos son los receptores encargados de informar el estado de contracción y relajación de nuestra propia musculatura y de la disposición espacial de los miembros.

También los podemos clasificar desde el punto de vista funcional, es decir, de la naturaleza del estímulo. Tenemos pues toda la lista anteriormente escrita haciendo referencia a cada una de ellas.

Según su morfología

- Terminaciones libres
- Terminaciones corpusculares: receptores especializados
 - No encapsuladas
 - Encapsuladas: gran variedad de formas y tamaños



Nosotros vamos a seguir la clasificación según su morfología, y según su morfología tenemos 3 tipos de terminaciones nerviosas sensoriales. Que son:

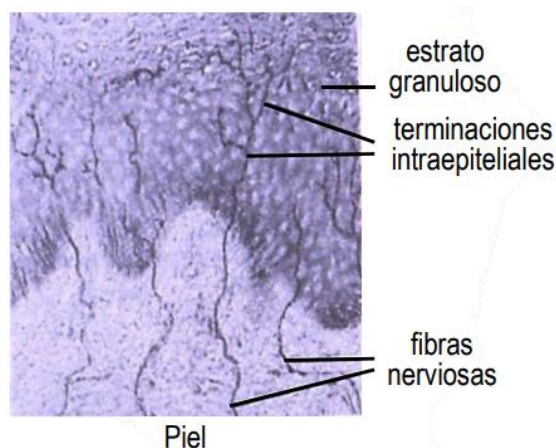
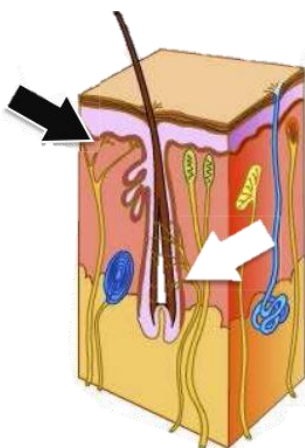
- Las terminaciones libre, en las cual está la terminación nerviosa y no tiene ningún tipo de estructura o de célula que lo ayuden en esta función del impulso nervioso. Está el axón libre, desnudo, ya ha perdido la mielina y está recogiendo los impulsos.
- O bien, hay terminaciones que son corpusculares, en los cuales hay algún tipo de célula o de estructura que está formando parte de este receptor sensorial. Y estar terminaciones corpusculares pueden o no estar encapsuladas.

TERMINACIONES LIBRES

- Las más abundantes
- axón desnudo (pierde revestimiento), puede ramificarse
→ nociceptores, termorreceptores

Localización

- intraepiteliales
 - epidermis
 - folículos pilosos
 - córnea
- conectivas
 - dermis papilar
- viscerales
 - vejiga, digestivo, vasos...
- aparato locomotor
 - cápsula articular



Este es un esquemita de la piel, se ve arriba la epidermis, la dermis y más abajo la hipodermis y vemos representado un folículo piloso. Aquí hay distintos tipos de receptores sensoriales y vamos a ver donde está cada uno.

Las terminaciones libres son los receptores más abundantes de nuestro organismo pero a su vez, también son los más simples. Como hemos dicho anteriormente su axón pierde el revestimiento de mielina cuando está llegando al receptor sensorial y puede ramificarse en sus porciones distales para alcanzar zonas más amplias. Estos receptores en general son nociceptores o termorreceptores.

Se localizan ampliamente por gran cantidad de tejidos y de estructuras, muchos de ellos son intraepiteliales. El ejemplo que vemos de la imprimación argéntica de la piel, arriba epidermis, abajo dermis y está teñido contrastado en la terminación nerviosa. Pues vemos como esta terminación nerviosa entra en el tejido, es decir, atraviesa la membrana basal y penetra entre las células epiteliales o también puede estar rodeando el folículo piloso (como vemos en el dibujo), por eso se nota cuando te estiran del pelo.

Pueden llegar a niveles muy superficiales pero nunca llegan a estar en contacto con el exterior, nunca alcanzan el estrato córneo de la epidermis. También puede haber en el tejido conjuntivo, en la dermis, vemos un colateral que se queda ahí.

2. TERMINACIONES CORPUSCULARES

2.1 NO ENCAPSULADAS

epidermis de labios, yema dedos, genitales

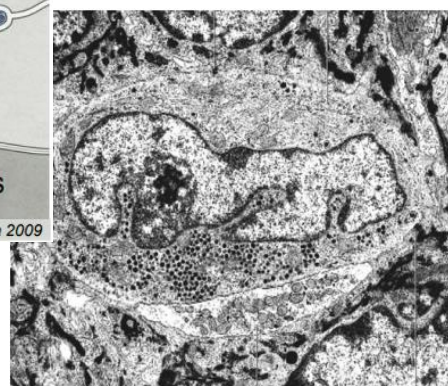
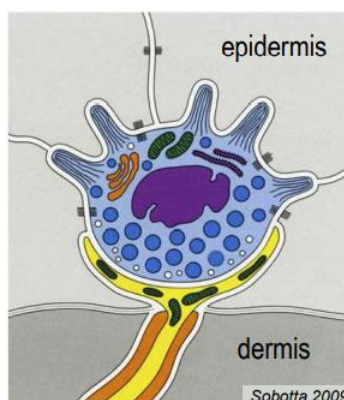
- mecanorreceptores (presión)

➤ CORPÚSCULOS DE MERKEL

- Célula de Merkel
célula clara, estrato basal epidérmico
desmosomas
prolongaciones citoplasmáticas
gránulos basales electrodensos
- terminal nervioso
pierde mielina; disco plano

➤ DISCOS DE PINKUS

- agrupación de corpúsculos de Merkel
- yema dedos



Lo que ocurre en este tipo de terminaciones es que cada corpúsculo tiene nombre propio, por su descubridor.

Las no encapsuladas son muy abundantes en la epidermis de los labios, yemas de los dedos... son epidermis que no tienen folículos pilosos. En general son mecanorreceptores, están detectando la presión.

Los corpúsculos de Merkel son el único ejemplo de terminación corpuscular no encapsulada está representada en un dibujo en la página anterior. Están formados solamente por una célula que se llama la célula de Merkel y el terminal nervioso que está adyacente.

Esta célula de Merkel está ubicada en el estrato basal de la epidermis, son más claras que las células de la epidermis, están fuertemente unidas a los queratinocitos mediante complejos de unión de tipo desmosoma, muy bien ancladas.

Emiten una serie de proyecciones cortas hacia los queratinocitos para ampliar la superficie de contacto y por lo tanto anclarse mejor.

Destaca la presencia de gránulos electrodensos en su polo basal, y es precisamente en este polo basal donde hace contacto con una dilatación final del axón, que forma una especie de disco, y es la terminación de esa neurona pseudomonopolar del ganglio raquídeo.

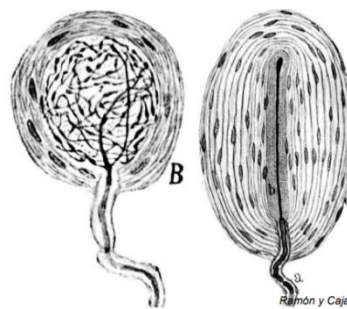
Recordemos que esta terminación pierde la mielina, atraviesa la membrana basal y contacta con la célula de Merkel. De manera que, cuando ejercemos un estímulo mecánico en la piel, especialmente en las yemas de los dedos, origina un estímulo nervioso que llega hasta el SNC y envía una respuesta motora que nos hace retirar el dedo.

Cuando hay muchos corpúsculos de Merkel acumulados en la cercanía constituyen los Discos de Pinkus, no tienen una morfología diferente, sino que son los corpúsculos de Merkel agrupados, especialmente abundantes en las yemas de los dedos. Son el único ejemplo de corpúsculos no encapsulados.

2.2. ENCAPSULADAS

Estructura básica

- cubierta
tejido conjuntivo denso (colágeno)
capas de células perineurales
- fibra nerviosa
pierde la mielina al atravesar la cubierta
puede ramificarse
engrosamientos terminales
- glía satélite
- células de Schwann modificadas



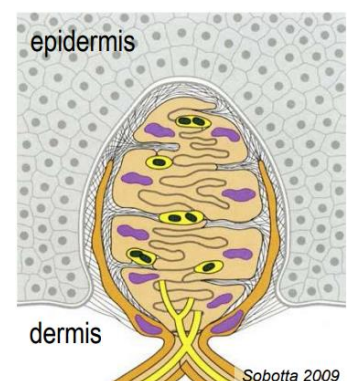
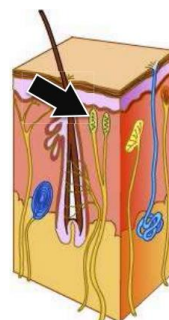
Los corpúsculos encapsulados tienen más o menos la misma estructura, aunque en cada uno de ellos hay ciertas puntualizaciones. Es una cubierta conjuntiva de tejido conjuntivo denso que puede ser más grueso o más delgado y una serie de capas perineurales que en algunos son abundantes y en otros no.

Las células perineurales recordemos que son células planas que están formando el perineuro con capas concéntricas alrededor de una estructura. En el interior está la fibra nerviosa, la cual pierde la vaina de mielina al atravesar la cápsula, por lo tanto, en el interior de la cápsula ya es una fibra desnuda, sin revestimiento. Esta fibra puede ramificarse mucho, poco o nada; todas excepto las de Pacini están ramificadas. Esta terminación finaliza en una dilatación en la porción más distal del axón.

En algunas ocasiones nos podemos encontrar glía satélite o células de Schwann modificadas que forman parte de estas estructuras. Se les llama células de Schwann modificadas porque es una glía periférica que está envolviendo determinadas estructuras, pero no estará produciendo mielina.

➤ CORPÚSCULOS DE MEISSNER

- papilas dérmicas de piel lampiña (yemas dedos, labios)
- alargados; perpendicular a la superficie
 - cápsula gruesa, extiende fibras hacia MB epidermis
 - células de Schwann planas, apiladas
 - fibra nerviosa:
se ramifica y se contornea entre células gliales
→ mecanorreceptores (tacto fino)





Si seguimos el esquema, los corpúsculos de Meissner son los que están más cercanos a la epidermis. Si recordamos, la epidermis es un epitelio estratificado y está en continuidad con la dermis, pero la interfase entre la epidermis y dermis no es una línea horizontal plana, sino que tiene una serie de invaginaciones o de ondas por lo que se consigue que los dos tejidos estén anclados. Estas evaginaciones de la dermis se llaman papilas y las epidérmicas se les llama crestas (papilas dérmicas y crestas epidérmicas).

Los corpúsculos de Meissner se ubican en una papila dérmica, no todas las papilas tienen corpúsculos, pero si hay un corpúsculo de Meissner está ubicado en una papila dérmica.

Son unos corpúsculos alargados que están perpendiculares a la superficie, tienen una cápsula gruesa que emite una serie de filamentos que lo anclan a la membrana basal del epitelio.

En el interior tiene una serie de células de Schwann modificadas (de tipo Schwann, no crean mielina) y se disponen en pila de monedas formando una hilera de células en sentido vertical. Entre esta pila de células de Schwann vamos a ver la terminación nerviosa.

➤ **CORPÚSCULO DE VATER – PACINI**

dermis profunda e hipodermis (dedos)
articulaciones, periostio, vísceras

- muy grandes (1 mm), ovoides
- cápsula gruesa
- capas concéntricas células perineurales; líquido
- cél. Schwann aplanadas, alrededor del axón
- fibra nerviosa central, no ramificada

→ mecanorreceptores (presión, vibración)



Pacini le ocurre al contrario que Meissner, en la piel es el que se encuentra a mayor profundidad, en la dermis profunda o incluso en la hipodermis.

Si vemos la foto, lo que vemos es grasa al lado del corpúsculo tenemos en cuenta que cada adipocito blanco mide más o menos entre 50 y 100 micras. El corpúsculo mide 1mm, es gigante, se podría ver macroscópicamente.

En su interior tiene gran cantidad de células perineurales dispuestas concéntricamente, como las hojas de una cebolla. Entre una capa y otra capa está lleno de un líquido gelatinoso que lo mantiene a tensión.

En la zona central son células de Schwann modificadas que no están formando mielina, pero sí están alrededor del axón, que no se ramifica.

Muy abundantes en las plantas del pie.

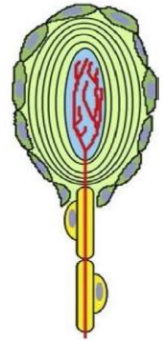
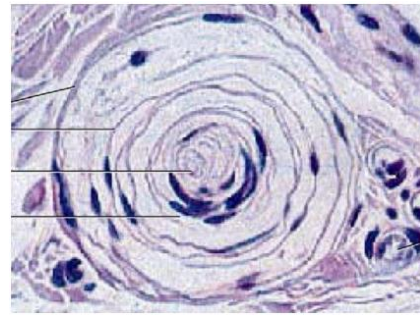
Con estos mecanorreceptores una persona sorda puede sentir una mascletá.



➤ **CORPÚSCULO DE GOLGI - MAZZONI**

similares a Pacini, más pequeños
articulaciones, periostio, dermis, lecho ungueal, genitales

- redondeados
- capas concéntricas células perineurales
- fibra nerviosa se ramifica en 2 – 3 ramas
cada rama origina un corpúsculo
→ propioceptor, presión



Son parecidos a Pacini pero son más pequeños, están especialmente en las articulaciones, en el periostio... en aparatos relacionados con la locomoción.

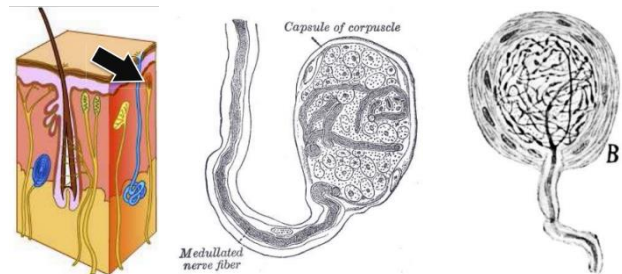
Son más redondeados, tiene una cápsula muy fina y pocas capas de células perineurales concéntricas.

En el interior tienen la fibra nerviosa que en este caso sí que se ramifica en el interior. No solo en el interior sino que a veces se bifurca antes de llegar al corpúsculo y cada una de las dos ramas terminales da su propio corpúsculo.

➤ **CORPÚSCULO DE KRAUSE**

dermis, conjuntiva ocular, mucosa lingual, aérea genital

- redondeados, pequeños
- cápsula fina
- llenos de líquido
- fibra nerviosa muy ramificada
→ termorreceptor (frío)



Los corpúsculos de Krause están en la dermis, en la conjuntiva ocular...

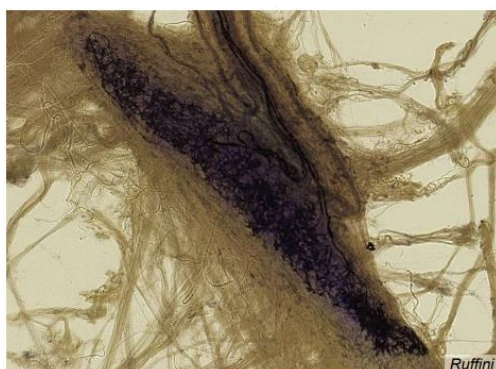
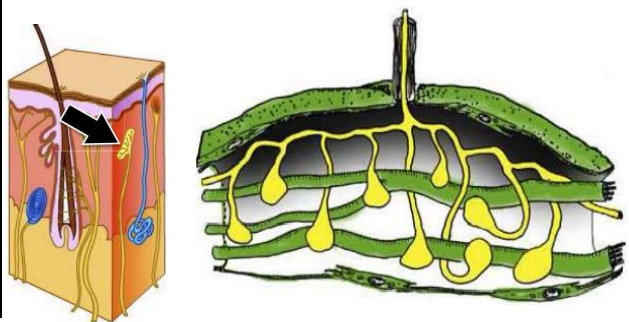
Son unas estructuras redondeadas, pequeñas, con una cápsula fina, si nos fijamos casi ni se ve la cápsula y debajo de esta fina cápsula está llena de un líquido gelatinoso que embebe toda la terminación nerviosa.

Detecta cambios de temperatura. La temperatura se transmite mejor en un líquido que en un sólido, entonces, pequeños cambios en la temperatura se transmiten mejor que si no fueran fibras de colágeno.

➤ **CORPÚSCULO DE RUFFINI**

dermis, articulaciones

- fusiformes
- capsula fina; relleno líquido
- atravesado por fibras de colágeno
en relación con colágeno de la dermis
- fibra nerviosa rodea fibras de colágeno
→ mecanorreceptores (estiramiento, torsión)



Los corpúsculos de Ruffini son un poco distintos a los anteriores, estos pueden estar en la dermis o en las articulaciones y vamos a observar que se parecen mucho a los siguientes que vamos a ver.

Los corpúsculos de Ruffini son alargados, fusiformes que tienen una cápsula fina y esta cápsula también está llena de líquido, pero, tiene en su interior fibras de colágeno que lo atraviesan de lado a lado, de hecho, están en continuidad con el colágeno del tejido conjuntivo adyacente.

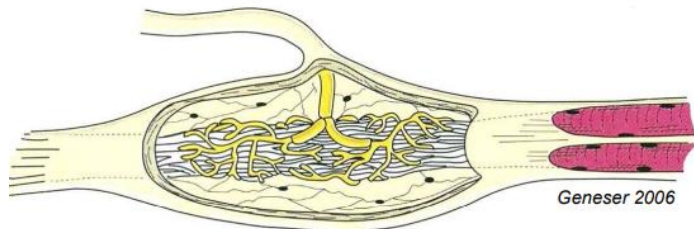
Al estirarse el colágeno, se estimularía la fibra nerviosa.

3. VARIANTES ESPECIALES (Propioceptores, encapsulados)

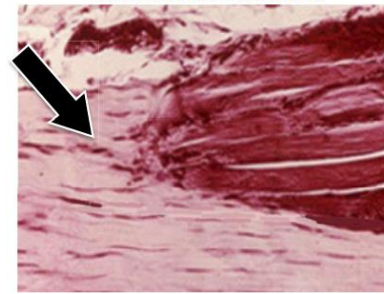
➤ ÓRGANO MÚSCULO – TENDINOSO DE GOLGI

en la unión músculo – tendón

- fusiformes, paralelo al colágeno
- cápsula delgada; relleno gelatinoso
- fibras de colágeno, en continuidad con las del tendón
- fibra nerviosa, se enrolla alrededor del colágeno
→ estiramiento/relajación del tendón



Unión músculo-tendinosa



En realidad este receptor es prácticamente como el de Ruffini pero ubicado en la unión músculo – tendinosa.

En la imagen tenemos un tendón (sabemos que los músculos se unen a los huesos a través de tendones) a la derecha vemos fibras musculares esqueléticas y los tendones que son tejido conjuntivo fibroso denso con fibras de colágeno unitenso, está muy ordenado,

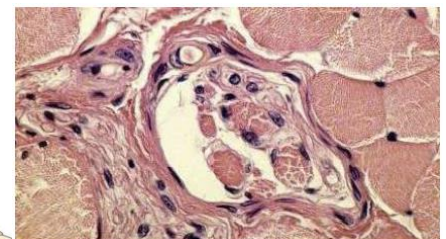
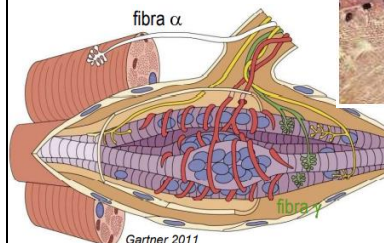
todas las fibras ordenadas entre sí. Pues este músculo tendinoso está ubicado en la zona donde comienza a haber fibras de colágeno. Entonces, está englobando a unas pocas fibras de colágeno que estarán en continuidad con las del tendón. De manera que, la contracción de la musculatura, en la relajación, va a captar nuestras fibras nerviosas que informarán. Por lo tanto, es un propioceptor que informa del estado de estiramiento o relajación de cada tendón.

Morfológicamente fijémonos que es como el anterior (Ruffini), es una cápsula conjuntiva delgada con un líquido gelatinoso fluido, las fibras de colágeno en su interior y la terminación nerviosa que se ramifica y enrolla a las células de colágeno que hay en su interior.

➤ HUSO NEUROMUSCULAR

entre fibras musculares esqueléticas

- fusiforme; cápsula conjuntiva
- 5 – 10 fibras musculares intrafusales más cortas y delgadas miofibrillas periféricas zona central no contráctil con núcleos:
 - fibras DE BOLSA NUCLEAR: en grupo
 - fibras DE CADENA NUCLEAR: en hilera



Este huso neuromuscular es una estructura fusiforme que está rodeado de fibras extrafusales.

Este huso es un órgano mixto que tiene terminaciones sensitivas y motoras. Es una cápsula conjuntiva que en su interior tiene un número pequeño de fibras musculares

Inervación

las fibras pierden la mielina y se ramifican

SENSITIVA: receptores propioceptivos

- **terminación anuloespiral:** rodea ambos tipos de fibras
- **terminación en ramo de flor:** en extremos de fibras de cadena nuclear

MOTORA: origina la contracción

- **fibras γ:** en los polos de las fibras intrafusales
→ tracción (estiramiento)

intrafusales. Estas fibras intrafusales musculares es músculo estriado esquelético, pero, es morfológicamente diferente al extrafusales. La diferencia básica consiste en que son células más pequeñas, más delgadas y más cortas que las extrafusales, además, no tiene las miofibrillas repartidas en toda su extensión sino más periféricamente.

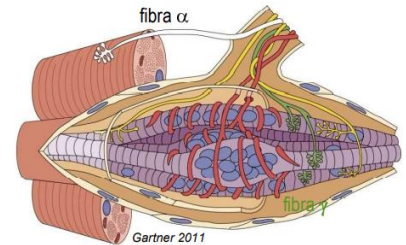
También son multinucleadas, cada fibra del músculo intrafusales tiene muchos núcleos, pero, no se distribuyen a lo largo de toda la célula (como ocurre con la extrafusales) sino que se acumulan en la zona central de la célula. Además sigue dos patrones de distribución de los núcleos, de manera que, hay dos tipos de fibras musculares que se reconocen según la localización de sus núcleos.

En una de estas variedades (ver dibujo) como la que vemos en el centro, son unas células con gran cantidad de núcleos en la porción central pero como apoltonados, forman como una esfera, una bolsa, y de hecho se llaman fibras de bolsa nuclear, un grupo de núcleos en la porción central. Mientras que los otros que también tienen muchos núcleos pero se disponen formando una hilera y se llaman entonces fibras de cadena nuclear. Las de hilera son más corrientes que las de bolsa nuclear.

Este huso recibe una inervación triple, de 3 tipos de células nerviosas, de las cuales 2 son sensitivas, que constituyen el receptor propioceptivo porque va a informar del estado de relajación o contracción de este músculo.

La primera terminación se llama anuloespiral y se llama así porque rodea en forma de espiral a los dos tipos de fibras en la porción central.

Mientras que, las otras, las amarillas, se denominan en ramo de flor (un brindis por la imaginación de los histólogos) porque tienen la forma de un ramo de flores. Se encuentran solamente en las células de cadena nuclear y en la zona lateral del huso.

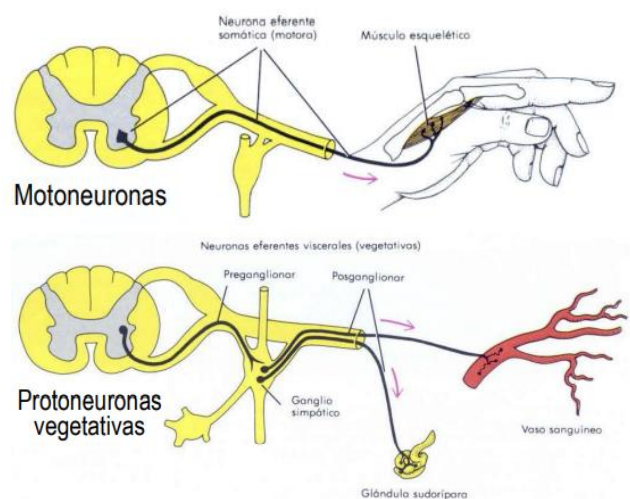


Por otro lado, también tiene inervación motora, que son las representadas en verde, y son el extremo del axón de las motoneuronas γ , que están en el asta anterior de la médula, son más pequeñas que las motoneuronas α que llegaban a las fibras extrafusales (fibra blanca) y las terminaciones de las motoneuronas γ llegan a las intrafusales.

4. TERMINACIONES NERVIOSAS MOTORAS

Terminaciones eferentes (efectoras o motoras)

- Sistema nervioso somático
 - motoneuronas α
 - motoneuronas γ
 - músculo esquelético (placa motora)
- Sistema nervioso autónomo o vegetativo (simpático y parasimpático)
 - protoneuronas vegetativas
 - músculo liso (vísceras y vasos sanguíneos)
 - glándulas



En resumen, aquí vamos a ver los tipos de terminaciones que vamos a ver tanto del sistema somático como del vegetativo.

Como sabemos, el sistema somático la terminación motora que tiene se origina por la motoneurona α que acabamos de ver, la cual emite su axón por la raíz anterior, forma el nervio periférico y llega a la musculatura esquelética extrafusil. Ahí se origina un tipo de sinapsis especializada que constituye la placa motora.

La motoneurona γ va a formar también una placa motora pero menos desarrollada en las células intrafusales.

Pero, el sistema nervioso vegetativo, tanto el simpático como el parasimpático, tiene la neurona vegetativa motora, como sabemos, en el asta lateral, también sale por la raíz anterior pero va a hacer sinapsis en un ganglio vegetativo. En este ganglio vegetativo hace sinapsis con la neurona preganglionar, la cual su axón va a llegar hasta los órganos diana, que van a ser la musculatura lisa de las vísceras, de los vasos sanguíneos y las glándulas.

5. PLACA MOTORA

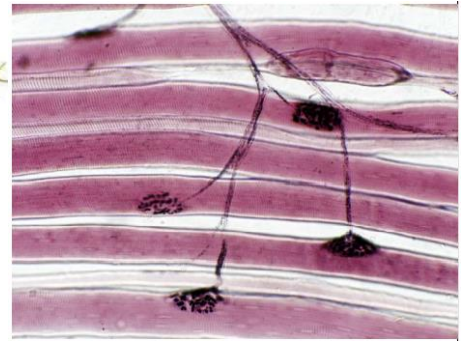
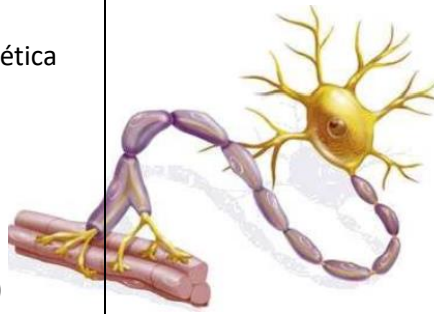
Sinapsis entre: axón motoneurona α
fibra muscular esquelética

Unidad motora

axón motoneurona α
fibras musculares que controla
(contracción al unísono)

Fibra motoneurona α

- mielínica (célula de Schwann)
- pierde vaina mielina y se ramifica
- dilatación final \rightarrow sinapsis



La Placa Motora es la sinapsis entre el extremo axónico de las motoneuronas α y una fibra muscular esquelética extrafusul.

Aquí hay que considerar el concepto de Unidad Motora. La unidad motora es el conjunto formado por una motoneuronas α y todas las células que inerva. Cuando está célula envíe un estímulo, originará la contracción de todas las células que están inervadas por ella.

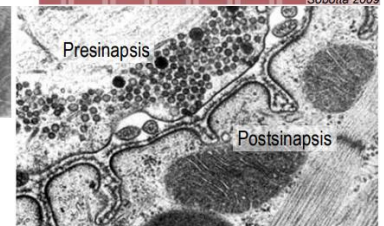
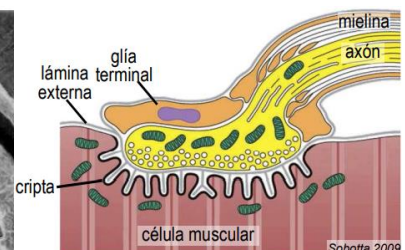
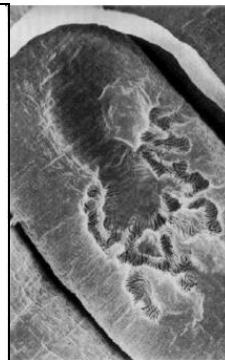
¿Cuántas fibras musculares están inervadas por una motoneurona α ? Pues es un número variable, en algunas localizaciones son 5 y en otras son 500. ¿qué diferencia hay? pues que si inerva solamente a 5 fibras tiene un movimiento muy fino, por lo tanto, la musculatura en la que necesitamos una gran coordinación, las unidades motoras son pequeñas, como los músculos de la escritura. Por el contrario, en los movimientos más bastos y con menos coordinación las unidades motoras son más grandes.

Recordemos también que cada fibra muscular tiene SOLO una placa motora.

La fibra de la motoneurona α es una neurona con un axón mielinico por las células de Schwann. Cuando ya está cercano a la célula muscular, pierde la vaina de mielina, se ramifica, tiene que ir a una dilatación en la porción distal que es la sinapsis o placa motora.

Morfología

- PRESINAPSIS: terminal axónico, cubierto por glía terminal
 - sobre pequeña depresión de la célula muscular
 - vesículas de acetilcolina (claras), mitocondrias
- HENDIDURA SINÁPTICA
 - lámina externa entre sobre células glial y muscular
 - criptas primaria y secundarias en la célula muscular
- PORCIÓN POSTSINÁPTICA: célula muscular
 - membrana densa: receptores
 - sin miofibrillas adyacentes
 - acumulación mitocondrias, glucógeno, RER



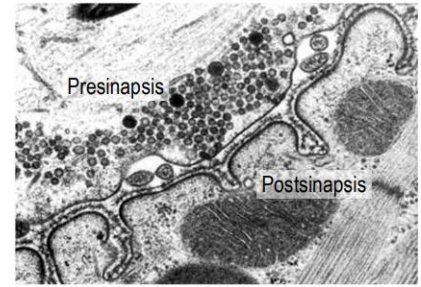
Como cualquier otra sinapsis la placa motora tiene 3 elementos, que aquí son muy bien distinguibles, la presinapsis, la postsinapsis y la hendidura que hay entre medias.

- La **presinapsis** la constituye el terminal axónico, este terminal axónico deja huella, una pequeña depresión sobre la superficie de la célula muscular, es decir, deja como si fuera una pisada o una huella. Si lo vemos a microscopía electrónica de barrido podemos ver la célula muscular y cómo tiene esta pequeña concavidad que es donde se alberga el terminal axónico. Este terminal axónico pierde la vaina de mielina pero no está completamente desnudo porque siempre hay una glía terminal o neuroglia que lo protegen frente al conjunto del entorno.

Esta dilatación final de la motoneurona contiene gran cantidad de vesículas sinápticas como se ve a microscopía electrónica, la parte de arriba es el axón terminal y el contenido principal son vesículas que contienen en el

interior el neurotransmisor acetilcolina. La acetilcolina origina estas vesículas que son redondeadas, pequeñas y claras. Además de vesículas de acetilcolina tiene poca cosa, tiene mitocondrias y algún que otro orgánulo.

- La **hendidura** es el espacio que queda entre el axón y la célula muscular. La hendidura sináptica está parcialmente ocupada por una lámina externa. La lámina externa es una especie de membrana basal que está alrededor de la célula muscular o la célula glial, las dos tienen la línea gris. Entonces, la lámina externa penetra y ocupa parcialmente esta hendidura.



A microscopía electrónica también se ve, una especie de línea un poco despeluchada que ocupa parcialmente la hendidura sináptica. Además la hendidura sináptica podemos ver también que la célula muscular origina una serie de proyecciones hacia su interior que es lo que se llaman las criptas primarias, que a su vez se pueden bifurcar formando criptas secundarias. Por lo tanto, es una manera de ampliar la superficie de contacto entre neurona y célula muscular, de hecho, el número de criptas, la profundidad de ellas y la bifurcación es característico de algunos músculos, no todos los músculos tienen el mismo patrón de criptas, según las características de la musculatura, las criptas estarán muy desarrolladas o poco desarrolladas. Las criptas están también cubiertas de lámina externa.

- La **porción postsináptica** es la célula muscular y lo primero que nos llama la atención es que tiene una membrana muy densa y muy marcada. Esto se debe a la gran cantidad de receptores, sabemos que los receptores son acumulaciones de proteínas transmembrana, pues la porción postsináptica tiene muchos receptores colinérgicos de manera que cuando se desprenda la acetilcolina a la hendidura, contactarán con estos receptores y recibirá el impulso de contracción.

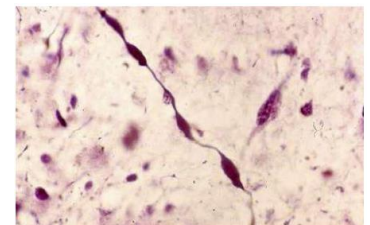
Justo por debajo de la placa no hay miofibrillas, están un poco alejadas, no están inmediatamente debajo de la membrana plasmática, lo que hay es muchas mitocondrias, glucógeno, retículo...

6. TERMINACIONES SOBRE MÚSCULO LISO

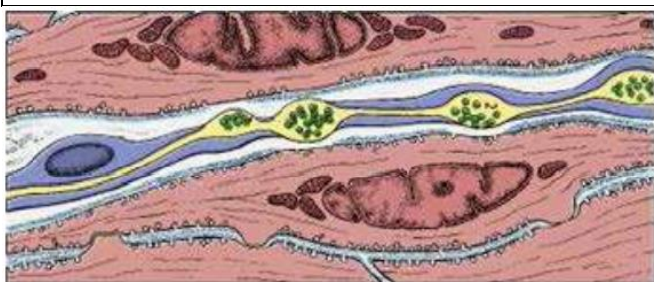
- inervación vegetativa: fibra nerviosa postganglionar, amielínica
- axón terminal: sinapsis en pasada
 - varicosidades con vesículas sinápticas (noradrenalina o acetilcolina)
 - no hay contacto directo con fibra muscular:
(difusión del neurotransmisor por la matriz)

Tipos de inervación

- multiunitario: cada célula muscular está inervada por un axón
- unitario: sólo algunas células están inervadas → transmisión por nexos



Ahora brevemente vamos a



hablar de las terminaciones sobre músculo liso y sobre glándulas, por lo tanto ya del sistema nervioso vegetativo.

Aquí lo que hay que tener en cuenta:

En el sistema vegetativo, la terminación proviene de la neurona ganglionar, la segunda neurona; y el axón de las neuronas ganglionares es amielínico, por lo tanto, estas

neuronas no es que pierdan la mielina, sino que no la han tenido nunca. Por supuesto, no están revestidos de mielina en todo su recorrido, ni sobre el músculo liso ni sobre las células epiteliales de las glándulas que ahora comentaremos.

Las células del músculo liso tiene una sinapsis que se llama “en pasadas” la cual, el terminal axónico tiene una serie de dilataciones en cadena y cada una de esas dilataciones contiene en su interior el neurotransmisor que va a ser distinto según sea si el simpático o el parasimpático. (*tema de seminario*)

Pero no hay un contacto directo con las células musculares, sino que, libera el neurotransmisor a la matriz y ya ahí difunde y contactará también con receptores que tiene en la superficie.

Hay dos tipos de inervación en la musculatura lisa y que es el multiunitario y el unitario.

El multiunitario quiere decir que todas las células musculares están en la cercanía de un axón, por lo tanto, se excitarán cuando se libere el neurotransmisor.

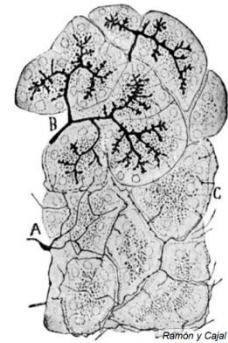
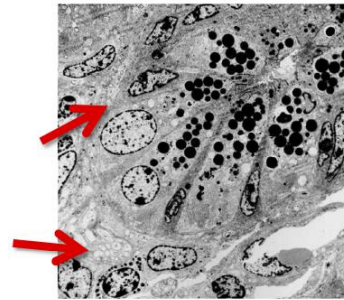
Sin embargo, las unitarias solamente algunas células que están en la cercanía del axón y lo que ocurre es que en estos casos las células musculares están unidas entre sí mediante complejos de unión de tipo GAP, entonces cuando se despolariza una célula, el resto actúa como un sincitio y se despolariza también aunque no tengan contacto con el axón.

7. TERMINACIONES SOBRE GLÁNDULAS

- sobre células epiteliales o mioepiteliales
- fibra vegetativa postganglionar, amielínica

Tipo de terminaciones

- Epilemal: en tejido conjuntivo
- Hipolemal:
 - atraviesa la membrana basal
 - sinapsis con células epiteliales secretoras



Sobre las glándulas sigue siendo el mismo tipo de inervación, vegetativa postganglionar, amielínica... que termina sobre células epiteliales secretoras o bien sobre las células mioepiteliales. Recordemos que las células mioepiteliales era un tipo de músculo liso que está alrededor de algunas glándulas. Por lo tanto la contracción de las mioepiteliales favorece la eyección del producto de secreción hacia los conductos.

Aquí es muy sencillo, según dónde termine el axón la vamos a llamar epilemal o hipolemal.

- Las terminaciones epilemal finalizan en el tejido conjuntivo, es decir, tampoco hacen sinapsis de ningún tipo, se liberan en tejido conjuntivo, difundirá hacia los adenómeros que hay en su entorno.
- Las terminaciones hipolemales atraviesan la membrana basal de las células epiteliales y penetran entre las células epiteliales, como ocurría con las terminaciones libres que hemos visto al principio del tema. Sinapsis no hace, está desarrollando un tipo de formación específica.