

Citología

*Lección 1: características generales de la célula.

***CÉLULA: Unidad básica estructural y funcional de los organismos vivos.**

2 HECHOS FUNDAMENTALES:

- 1.- descubrimiento y utilización del microscopio óptico en Centro Europa en el siglo XVII.
- 2.- descubrimiento y utilización del microscopio electrónico a mitad del siglo XX.

DESARROLLO HISTÓRICO DEL ESTUDIO DE LA CÉLULA.

1655 – Robert Hooke. Textura del corcho. célula (cell).

1674 – Leeuwenhoek. Células libres (eritrocitos).

1831 – Brown. Estudio del núcleo.

1838 – Schleiden. Tejidos (agrupación de células con la misma función).

1839 – Schwann. Teoría celular.

1855 – Virchow. OMNIS CELLULAE E CELLULA – Concepto de división celular. Todas provienen de otras.

1880 – Flemming. Mitosis.

1890 – Waldeyer. Cromosomas.

TEORÍA Y DOCTRINA CELULAR.

- Todos los organismos vivos están compuestos por células y productos de las células.
- Formulación actual de la teoría celular (postulados):

- 1 – Las células constituyen las unidades morfológicas y fisiológicas de los organismos vivos.
- 2 – Las propiedades de un organismo dado dependen de las propiedades de sus células individuales.
- 3 – Las células se originan únicamente en otras células y su contenido se mantiene a través de su material genético.
- 4 – La unidad más pequeña de la vida es la célula.

CITOLOGÍA MOLECULAR.

Todo acontece a nivel molecular. Su desarrollo rápido se debe a:

- 1 – Desarrollo del poder de resolución del microscopio electrónico.

2 – Convergencia con otras ramas de la investigación (genética, bioquímica, fisiología...).

Hoy: mecanismos que regulan la expresión genética y sus cambios estructurales.

ESTRUCTURA Y ULTRAESTRUCTURA GENERAL DE LA CÉLULA.

ESTRUCTURA DE LA CÉLULA.

- Nucléolo.
- Núcleo.
- Membrana nuclear.
- Retículo Endoplasmático Rugoso – proteínas.
- Retículo Endoplasmático Liso – lípidos.
- Aparato de Golgi – Almacenamiento y empaquetamiento de los lípidos y proteínas que han creado el R.E.R y el R.E.L.
- Vesículas – Empaqueta lo que ha producido el A. Golgi.
- Mitocondrias – Centrales de energía. ATP.
- Lisosomas y peroxisomas – organelas de defensa y residuos.
- Centriolo – división celular.
- Citoplasma – citoesqueleto (filamentos de Actina , F. Miosina, F. Intermedios, microtúbulos).

MEMBRANA PLASMÁTICA.

1 – LÍPIDOS: Moléculas anfipáticas (extremo hidrófobo e hidrofílico).

- Fosfolípidos : fosfatidilcolina (FC), esfingomielina (EF), fosfatidilserina (FS), fosfatidiletanolamina (FE):
- Colesterol.
- Glucolípidos : galactocerebrósidos, gangliósidos.

2 – PROTEÍNAS DE MEMBRANA: espectrina, anquirina, bombas iónicas, receptores hormonales, etc.

3 – HIDRATOS DE CARBONO : Glicocálix.

FUNCIONES DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA.

- Defensa y barrera celular.
- Mantenimiento del medio interno.
- Comunicación. Recepción de estímulos externos y transmisión al núcleo de estos que elabora la respuesta.
- Transporte activo – selectivo. Pasan a través de ella algunas sustancias y otras no, sólo las necesarias.

Lección 2 : diferenciaciones de la membrana plasmática.

CONCEPTO – Variaciones de la membrana que permiten aumentar la superficie de ésta.

FUNCIONES PRINCIPALES:

1 – Aumentar la superficie de contacto con fines de comunicación intercelular, recibiendo así muchos más estímulos.

2 – Aumentar la superficie de contacto con fines de mayor absorción de sustancias.

TIPOS DE DIFERENCIACIONES:

1 – MICROVELLOSIDADES:

- **Misión:** absorción de sustancias.
- **Localización:** mayoritariamente en las células del riñón y en las del intestino delgado.
- **Estructura:** – Membrana citoplasmática normal.

– Dos filamentos de actina unidos entre sí por proteínas fijadoras

de la actina (fimbrina y fascina) y a la membrana por proteínas

de anclaje lateral (minimiosina).

- La punta de la vellosidad es la zona amorfa terminal.
- Se encuentra anclada en su base por filamentos del citoesqueleto que forman una especie de red a la que se fijan las fibras de actina centrales.

2 – ESTEREOCILIOS:

- Microvellosidad extremadamente larga.
- Además de la absorción de sustancias tiene como misión la comunicación de la célula con el medio. Funciona a modo de antena por la que se recibe más información.
- Donde mayormente se encuentran los estereocilios es en las células del epididimo (en el testículo) y en el oído interno en las células de la coclea.

3 – INTERDIGITACIONES:

CONCEPTO: una diferenciación de membrana que se localiza en la pared de contacto entre dos células vecinas que tienen como función fundamental la de aumentar la superficie de contacto con fines de transporte de sustancias y de comunicación, y proporciona una cierta estabilidad mecánica (hace que sea más difícil separar las células).

4 – COMPLEJOS DE UNIÓN:

CONCEPTO: Estructuras, diferenciaciones de membrana que se encuentran en las paredes de contacto entre células vecinas que tienen como función principal la adhesión intercelular.

TIPOS:

- Desmosomas (tipo cremallera).
- Hemidesmosomas (la mitad de un desmosoma).
- Uniones adherentes.
- Uniones ocluyentes (tipo ventosa).

FAGOCITOSIS, PINOCITOSIS Y CITOPEMSIS.

1 – ENDOCITOSIS:

- Incorporación de una molécula al interior de la célula.

- **Pinocitosis:** endocitosis de una molécula pequeña.
- **Fagocitosis:** endocitosis de una molécula grande.
- **Vesícula endocítica o endosoma:** la molécula ya endocitada y rodeada por membrana.
- **Proteínas fusogénicas:** se encuentran en los bordes de la membrana que se acercan para ocluir la molécula y reparar la membrana acto seguido.

2 – EXOCITOSIS:

- Es el proceso inverso a la endocitosis. Produce vesículas exocíticas.
- **Transcitosis:** la molécula entra por endocitosis por un extremo de la célula y sale, tras recorrer toda la célula sin ser aprovechada, por el otro extremo por exocitosis.
- **Citopempsis:** Se da en el intestino delgado. Las moléculas aprovechadas del bolo alimenticio que pasa, del quilo, pasan por una única capa de células directamente a la sangre.

EL NÚCLEO INTERFÁSICO:

CONCEPTO: Es el núcleo de la célula en relativo reposo. No está en división y se dedica a preparar su material genético para la siguiente división y a reorganizar su célula.

FORMA: generalmente redondeada.

TAMAÑO: relativo, depende del tipo de célula.

NÚMERO: puede ser multinucleada o uninucleada.

SITUACIÓN: generalmente en el centro de la célula pero no siempre.

ESTRUCTURA Y ULTRAESTRUCTURA

1.– MEMBRANA NUCLEAR.

- Doble capa (la interior lisa, la exterior cubierta de ribosomas).
- Poros (comunicación con el citoplasma celular).

2.– CROMATINA = MATERIAL GENÉTICO EN LA INTERFASE = ADN.

- **Euromatina cromatina activa. Facultativa.**
- **Heterocromatina cromatina inactiva.**

Constitutiva.

3.– NUCLEOPLASMA.

4.– CROMOSOMAS.

5.– NUCLEOLO.

Lección 3: Los Cromosomas.

El material genético es el que transmite características de la célula madre a las hijas y así sucesivamente.

Cuando la célula comienza una división celular, la cromatina se condensa transformándose en cromosomas.

CONCLUSIÓN:

- **CONCEPTO:** un cromosoma es el material genético de la célula en el momento de la división.
- **NÚMERO:** hay 46 cromosomas agrupados en pares, es decir, 23 pares de cromosomas.
- 22 pares tienen casi la misma forma y se les conoce como autosomas.
- 1 cromosoma tiene forma distinta. Es el cromosoma sexual que tiene dos formas, XX o XY (hembra y macho respectivamente).
- Las células mantienen a lo largo de las divisiones mitóticas el número de cromosomas inicial. Justo antes de dividirse duplica su número de cromosomas y pasa la mitad a una célula hija y la otra mitad a otra.
- Hay una excepción, las células gonadales que contienen la mitad de material genético. Cada una (óvulo y espermatozoide) tienen 23 cromosomas no 23 pares, como resultado de la división meiótica.
- **FORMA:**
 - **Metacéntrico:** el centrosoma se encuentra justo en el centro geográfico del cromosoma.
 - **Submetacéntrico:** el centrosoma se encuentra un poco desplazado del centro dejando una longitud de cromátida distinto a un lado y al otro.
 - **Acrocéntrico:** el centrosoma se encuentra muy desplazado del centro geográfico del cromosoma, dejando a un lado una cromátida casi inapreciable.
 - **Telocéntrico:** el centrosoma se encuentra en el extremo del cromosoma.
- **CORPÚSCULO DE BARR:** una condensación de heterocromatina que se puede observar junto a la membrana nuclear y que representa restos de un cromosoma X que no ha vuelto a formar cromatina en la interfase.

Corpúsculo de Barr + (hembra).

Corpúsculo de Barr – (macho o hembra).

- **CARIOTIPO:** el ordenamiento de los cromosomas en un laboratorio que permite componer el complemento (patrón) genético de una persona.
- **NOMENCLATURA DE LOS COMPONENTES:**
 - **Cromátida.**
 - **Cromonema:** en la división celular, las cromátidas que se separan.
 - **Cromómeras:** cromátida condensada. Hilas en hélice que contienen material genético.
 - **Centrómero o cinetocoro:** constricción primaria.
 - **Telómero:** la punta de los satélites.
 - **Constricciones secundarias.**
 - **Satélites:** abultamientos al final de las cromátidas producidos por las constricciones secundarias.

Lección 4: Nucleolo.

CONCEPTO: organela del interior del núcleo que habitualmente tiene forma esférica u ovalada siguiendo la forma del núcleo.

NÚMERO: suele haber uno por cada núcleo pero si la célula es muy activa, pueden haber varios. Cuantos más nucleolos tenga la célula y más grandes sean, más activa es.

FUNCIÓN: sintetiza ARNR, fundamental para la síntesis de proteínas pero sobre todo para la fabricación de ribosomas.

PARTES:

- **Membrana nucleolar:** igual que la nuclear pero en su cara externa no hay ribosomas.
- **Tres zonas en su interior:**
 - **Porción o pars amorfa:** zona organizadora del nucleolo. Corresponde a zonas que tienen ADN con información para crear ARN.
 - **Porción o pars fibrosa:** contiene el inicio de ribosomas, ARNR que van a formar subunidades de ribosomas.
 - **Porción o pars granulosa:** zonas en las que hay subunidades ribosómicas ya formadas.

4.1.- RIBOSOMAS.

- **CONCEPTO:** organelas cuya función principal es la síntesis de proteínas.

Mayor (proc.:50S; euc.:60S).

- Dos subunidades

Menor (proc.:30S; euc.:40S).

En total: proc. = 70S y euc. = 80S.

- Se forman en el nucleolo y lo abandonan sin estar acoplados. Se acoplan en el citoplasma al acoplarse el ARNm.
- Se colocan en la célula de tres maneras:
 - adosados al R.E.R.
 - ribosomas libres.
 - Polirribosomas (varios ribosomas leyendo una cadena de ARNm a la vez).
- Cada célula contiene aproximadamente unos 10 000 ribosomas, pero las células muy activas contienen muchos más ribosomas, algunas llegan a tener 10 millones.
- El ARNm se une a la subunidad menor y a éstos se une la subunidad mayor. Se da lugar la transcripción del ARNm y la formación de la cadena polipeptídica. La subunidad mayor es la que agrega los péptidos formando la proteína. Esta, se desprende quedando libre y pasando a la luz de los canalículos del R.E.R. Los ribosomas, se encuentran adosados a la membrana exterior del R.E.R. gracias a las riboforinas, unas proteínas receptoras.

4.2.- SISTEMA CANALICULAR.

- Compartimento membranoso, tubular e intercomunicado que participa en la síntesis de proteínas y de lípidos celulares.
- Formados por cuatro componentes celulares:
 - R.E.R.

- R.E.L.
- Aparato de Golgi.
- Microtúbulos.
- RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO.

- Parte del sistema canalicular que se encuentra junto al núcleo de la célula formado por unos túbulos revestidos externamente por ribosomas.
- FUNCIÓN: participación en la síntesis de proteínas. Almacenamiento de las proteínas formadas por los ribosomas.
- Su membrana es similar a la de la célula formando tubos cuya luz está hueca y contiene proteínas.

- RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO.

- Continuación del R.E.R. Parte del sistema canalicular cuyos tubos son lisos, no se encuentran cubiertos de ribosomas.
- FUNCIÓN: síntesis de lípidos. Estos se forman en la cara externa de su membrana donde se encuentran unas proteínas llamadas flipasas que son las encargadas de pasarlas al interior de los túbulos.
- Los lípidos formados tienen una doble función, un doble destino: el de la exportación y el del uso interno de la célula (para la reparación de la membrana plasmática...).

- APARATO DE GOLGI.

- Se encuentra a continuación del R.E.L. Aquí llegan lípidos y proteínas.
- FUNCIÓN:

1ª–Fosforilación de proteínas (cara CIS; Golgi CIS).

2ª–Incorporación de residuos azúcares (Golgi MEDIAL).

3ª–Proteólisis y separación de proteínas y lípidos (Golgi

TRANS).

- Produce vesículas de transición que atraviesan la membrana plasmática.

- MICROTÚBULOS.

- CONCEPTO: estructuras presentes en todas las células que van a cumplir múltiples funciones y van a formar parte de múltiples estructuras celulares.
- FUNCIONES:

1ª–Forman una red de transporte en el citoplasma de la célula.

2ª–Forman parte del citoesqueleto.

3ª–Constituyen el huso celular (se visualiza durante la mitosis).

4ª-Base estructural de los componentes móviles de la

célula como son los cilios y los flagelos.

- **ESTRUCTURA:** formados por dos subunidades proteicas que se llaman tubulina y tubulina . Estas se unen y se polimerizan (se hacen una espiral) formando una estructura cilíndrica, el protofilamento, como unos tubos alargados que forman (unidos) un microtúbulo (13 protofilamentos dispuestos circularmente).
- Los microtúbulos se encuentran unidos entre sí y con otras estructuras. La unión de los microtúbulos con otras estructuras se realiza gracias a unas proteínas (receptoras), las MAP.

Lección 5: Los lisosomas y mitocondrias.

5.1.- VESÍCULAS.

- **CONCEPTO:** son organelas esféricas rodeadas de una membrana cuyas funciones primordiales son el transporte de sustancias y la defensa celular.
- **TIPOS:**
 - Vesículas endocíticas.
 - Vesículas exocíticas.
 - Lisosomas.
 - Peroxisomas.

LISOSOMAS.

- **CONCEPTO:** Vesícula que posee en su interior una gran cantidad de enzimas hidrolíticas que actúan con pH ácido acabando con otras sustancias.
- **FUNCIONAMIENTO:** En su membrana hay bombas de hidrogeniones que aumentan la acidez del medio con lo que activa las enzimas de su interior. Después de haber deglutido la sustancia nociva para la célula (o de desecho) se forma el cuerpo residual.
- **TIPOS:**
 - **Fagolisosomas:** varios lisosomas unidos para fagocitar una molécula demasiado grande para una sola.
 - **Autofagolisosomas:** un lisosoma que degrada sustancias de desecho.

PEROXISOMAS.

- **CONCEPTO:** Son vesículas iguales que los lisosomas pero más pequeños y en lugar de enzimas hidrolíticas tienen enzimas peroxidasas (que pasan el agua + oxígeno a agua oxigenada).

MITOCONDRIAS.

- **CONCEPTO:** Organelas con forma cilíndrica que poseen una vida propia dentro de la célula. Tienen ADN y sistemas de proteínas.
- **FUNCIÓN:** Producción de energía. La consiguen a través de dos procesos:
 - Cadena respiratoria (reacción química que produce energía en forma de ATP).
 - Ciclo de Krebs (ídem).

- **ESTRUCTURA:** Doble membrana que va a dejar un espacio entre ellos: matriz mitocondrial. La membrana externa tiene proteínas especializadas en el transporte (parina: transporte desde el citoplasma al interior). La membrana interna es rica en una proteína, la cardiolipina que permite que la membrana interna sea permeable al transporte de iones. La membrana interna forma pliegues (crestas mitocondriales). En esta membrana se encuentran también las enzimas de la cadena respiratoria ATP-Sintetasa.

Existe un espacio intermembranoso dentro del cual se encuentran los iones que van del interior al exterior.

La matriz mitocondrial va a contener los enzimas responsables del Ciclo de Krebs y el ADN mitocondrial. Se forma ATP (casi siempre se almacena en el Espacio intermembranoso).

- Membrana externa síntesis de lípidos.
- Membrana interna cadena respiratoria. Producción de ATP.
- Espacio intermembranoso fosforilación de nucleótidos.

ADP pasa a ATP.

5.2.- CENROSOMA, CILIOS Y FLAGELOS.

ASTER

- **CONCEPTO:** Microtúbulos dispuestos de forma radial.

CENTROSOMA.

- **CONCEPTO:** Organela celular formada por dos centriolos. Es una zona amorfa electrodensa de citoplasma. Existen dos centriolos en una célula normal. Se disponen perpendicularmente. Son órganos cilíndricos con forma de baúl formado por microtúbulos, en concreto nueve tripletes de microtúbulos. Cada triplete se une mediante las proteínas MAP.
- **FUNCIONES:**
 - Organizadora de los microtúbulos dentro de la célula.
 - Forma parte de la estructura de los elementos móviles de la célula (cilios y flagelos).

CILIOS.

- **CONCEPTO:** Estructuras digitiformes que se encuentran en la superficie de la célula. Su estructura es similar al de una microvellosidad. En su interior encontramos filamentos de actina y miosina (proteínas contráctiles). En la base del cilio encontramos centriolos, desde donde salen los filamentos de actina y miosina que actúan de base del cilio, por lo que se les llama cuerpos basales.

FLAGELOS.

- **CONCEPTO:** son iguales que los cilios excepto en que son mucho más largos y se localizan en lugares diferentes a los cilios.
- **LOCALIZACIÓN:**
- **Cilios:** células del aparato respiratorio (laringe), para mantener el flujo de mucosa de la célula hacia fuera, hacia la boca y la nariz.
- **Flagelos:** colas de los espermatozoides.

Lección 6: división celular.

MITOSIS.

- Necesitamos recuperar las células que se nos mueren generando otras nuevas. Todas las células cumplen ciclo biológico, desde que nacen hasta que mueren, durante el cual tiene épocas interfásicas y épocas de división celular, casi siempre división mitótica. Pasan de periodos de interfase a mitosis continuamente.
- Durante el periodo interfásico podemos hacer 3 subdivisiones:
 - Fase G1: fase de mayor reposo en cuanto a la división.
 - Fase S: empieza a activarse. En esta fase se sintetiza, se duplican los cromosomas. La cromatina se condensa y forma los cromosomas.
 - Fase G2: ya están duplicados los cromosomas. Se produce un agrupamiento por cromosomas homólogos, iguales. Si la célula entra en G2, siempre entra en la mitosis, es irreversible. Aquí abandona el periodo de interfase y entra en mitosis o Fase M.
 - Cuando acaba la fase M, los cromosomas de las células hijas se descondensan para formar cromatina y volver al periodo de interfase y seguir el proceso normal.
 - Existe una fase G0. Es una fase apartada del resto. Aquí lo que pasa es que la célula no tiene ninguna intención de entrar en mitosis. Alguna vez abandonan esta fase para entrar en G1, pero otras se mueren en G0.
- Según la división o replicación de las células se puede hacer una clasificación de las mismas:
 - **Estáticas:** células en fase G0 que nunca se dividen (neuronas y células del músculo del corazón).
 - **Estables:** células que en condiciones normales no se dividen, pero si hay una gran pérdida de células de este tipo, pueden entrar en división (hepatocitos-hígado).
 - **Regenerantes:** son la mayoría. Está continuamente en división (células cutáneas, del tubo digestivo, sanguíneas...).
- **FASES MITÓTICAS:** partimos de una célula que ha duplicado sus cromosomas.
 - 1.- **Profase:** se pierde el nucleolo. Se duplica el centrosoma, pasa de tener dos centriolos a tener cuatro, y empiezan a separarse entre sí, llevando microtúbulos consigo, y formando así el huso acromático, que no es visible al microscopio óptico pero sí al electrónico.
 - 2.- **Prometafase:** se pierde el núcleo, la membrana nuclear se rompe. Quedan cromosomas libres en el citoplasma. Los cromosomas toman contacto con los microtúbulos de huso, se sitúan lo más cerca posible. Hay una interacción entre cromosomas y microtúbulos. Se unen por la constricción primaria. Las organelas aumentan de número. Aún quedan restos de la membrana nuclear.
 - 3.- **Metafase:** los cromosomas, guiándose por los microtúbulos, buscan el centro de la célula formando la placa ecuatorial. Hay una elongación celular.

4.- **Anafase:** los cromosomas se rompen por la constricción primaria transversalmente. Una cromátida va hacia un polo por los microtúbulos y la otra cromátida al otro polo. Continúa el alargamiento celular y las organelas se van cada una hacia un polo.

5.- **Telofase:** reorganización de la membrana nuclear. Engloba todas las cromátidas en cada núcleo. La célula sigue alargándose y empieza a estrecharse por el centro. Va desapareciendo el acromático.

6.- **Citocinesis:** aquí acaba la mitosis. Por el estrechamiento anteriormente nombrado aparece una mancha oscura de actina y miosina que se contrae y se relaja durante un tiempo hasta que acaba por romperse, formando así dos células hijas. Aparece de nuevo el nucleolo. La célula despolimeriza los cromosomas, convirtiéndolos de nuevo en cromatina y se termina de formar una nueva membrana nuclear.

Lección 7: Meiosis.

CONCEPTO: tipo especial de división celular que sólo tienen los seres con reproducción sexual porque sólo se da en células sexuales.

SIGNIFICACIÓN BIOLÓGICA: Las células sexuales tienen 23 cromosomas. Son las células maduras y las llamamos ovocito, si es femenina y espermatozoide si es masculina. Para llegar a ellas las células primitivas sufren una meiosis.

Las células duplican el número de cromosomas.

Más tarde, se dan dos divisiones seguidas.

La meiosis consta de dos divisiones:

- 1ª División meiótica.
- 2ª División meiótica.

*Reducción a la mitad.

*Interfase: (no duplica el material genético).

*2ª División meiótica: de 23p a 23 cromosomas. Entonces, es célula madura. Fem. y masc. se unen para formar el cigoto o huevo.

La meiosis se produce para evitar que el cigoto tenga 46p. de cromosomas y permite que el cigoto tenga una dotación genética normal y tener 2n de ADN (23p), es decir, que es diploide, a diferencia de las células sexuales o maduras que poseían una dotación haploide, es decir, 23 cromosomas.

PROCESO DE LA MEIÓISIS: Dos divisiones consecutivas con una metafase en medio donde no hay duplicación de ADN. En la 1ª división meiótica hay intercambio de información genética entre unas células y otras.

DIFERENCIAS ENTRE MITOSIS Y MEIÓISIS:

MITOSIS	MEIÓISIS
Células somáticas	Células germinales
Duplicación de ADN seguido de una división celular (células diploides e igual ADN que en la madre)	ADN se duplica pero van a haber 2 divisiones seguidas. Cada una de las células resultantes van a

	tener ½ del ADN de la madre (haploides)
La síntesis de ADN es breve, los cromosomas se comportan de forma diferente entre sí.	La síntesis de ADN dura más. Cromosomas homólogos no se transmiten de forma independiente sino que se van a intercambiar partes.
Una y dos horas	Larga (24 horas – años)
Material genético constante	Variabilidad genética

FASES DE AL MEIÓSIS:

1.– 1ª división meiótica:

- **Profase I:** Lo más importante ya que aquí se da el entrecruzamiento o recombinación (crossing over).
- **Preleptonema:** duplicación de cromosomas.
- **Leptonema:** el núcleo aumenta de tamaño. Los cromosomas se hacen muy visibles: cromómeras (disposición en cuentas de collar) o ADN condensado.
- **Cigonema:** los cromosomas homólogos se van a juntar formando así la unión del cromosoma con su homólogo. La unión perfectamente alineada se llama sinapsis. El complejo sinaptonémico es un puente formado por un armazón de proteínas que permite su unión y alineación.
- **Paquinema:** fenómeno clave de toda la meiosis. Formación de quiasmos o recombinación de cromátidas homólogas. Consiste en un cruzamiento en forma de aspa de los cromosomas donde hay un intercambio de segmentos.

Fenómeno del intercambio: entrecruzamiento.

- Los cromosomas apareados se separan pero quedan unidos por los quiasmos.
- **Diacinesis:** los cromosomas quedan unidos por los extremos y se produce ruptura (terminalización).
- **Prometafase I.**
- **Metafase I.**
- **Anafase I.**
- **Telofase I.**

2.– Interfase: sin duplicación.

3.– 2ª División meiótica: Igual a una mitosis excepto que van a tener 23 cromosomas.

- **Profase II.**
- **Metafase II.**
- **Anafase II.**
- **Telofase II.**

Histología

*Lección 8: Fecundación.

CONCEPTO: proceso de fusión de gametos. Un gameto masculino se une con un gameto femenino para dar lugar a una célula hija que se llama huevo o cigoto.

- **Fecundación externa:** típica de anfibios o reptiles. Fuera del individuo.
- **Fecundación interna:** interior del aparato reproductor salvo cuando hay fecundación in vitro. En el ser humano se reproduce en la región angular de la trompa uterina.

CITOLOGÍA DE LA FECUNDACIÓN:

- **Espermatozoide:**

Consta de:

- **cabeza:** formada por una membrana exterior y otra interior. Entre ambos se encuentra el acrosoma, el cual está lleno de enzimas, de las cuales hay que señalar especialmente tres: hialuronidasa, zonilisina y tripsina. Dentro de la membrana interna se encuentra el pronúcleo masculino.
- **Cuello:** lleno de mitocondrias, que proporciona energía para que la cola se mueva.
- **Cola:** llena de microtúbulos que permiten el movimiento del espermatozoide.

- **ovocito:**

Consta de:

- **Membrana externa llamada corona radiante** que es irregular.
- **Membrana interna lisa, homogénea llamada zona pelúcida** y que está rodeada por la corona radiante.
- **Citoplasma.**
- **Pronúcleo femenino.**

El espermatozoide tal y como sale del testículo sería incapaz de fecundar el ovocito. Para hacerlo necesita sufrir cambios que tienen lugar en el aparato reproductor femenino. En cada eyaculación entran en el útero 300 millones, de los cuales sólo 300 llegan a las trompas de Falopio, ya que el aparato reproductor femenino es muy ácido y los espermatozoides no consiguen sobrevivir en un medio tan ácido. Los cambios que sufre el espermatozoide en el interior del aparato rep. Femenino se denominan **capacitación del espermatozoide**. Consiste en eliminar glucoproteínas y proteínas seminales que envuelven el espermatozoide para que se vuelva más fuerte y vigoroso.

El espermatozoide sufre una segunda reacción cuando se acerca al ovocito: **reacción acrosómica**. Consiste en la ruptura de la membrana externa, liberándose así el contenido del acrosoma, es decir, las enzimas (sólo cuando está junto al ovocito).

FASES DE LA FECUNDACIÓN:

- – **Penetración de la corona radiante:** los aprox. 300 espermatozoides la traspasan. Sobre ella actúa la hialuronidasa, que es específica para comerse la corona radiante.
- – **Penetración de la zona pelúcida:** se incrustan los espermatozoides en esta zona, que será atacada por la zonilisina y tripsina si se logran incrustar entre 200 o 250 sólo unos se incrustan del todo, muy en profundidad. Ocurre aquí la reacción que consiste en unos cambios bioquímicos, morfológicos y eléctricos que suceden en la zona pelúcida que van a impedir la penetración de + de un espermatozoide al ovocito, es decir, la poliespermia. El resto de los espermatozoides que se incrustaron, mueren.
- – El espermatozoide que se incrustó más va a fundir su membrana interna con la del ovocito, por lo que se llama **fusión de membranas**.
- – **Entrada del contenido interno del espermatozoide (pronúcleo) en el interior del ovocito.** Esto provoca:
 - **Reacciones corticales y de zona (evita la poliespermia).**
 - **Reanudación de la segunda división meiótica.**

- Activación metabólica del huevo o cigoto que surge de la unión de los pronúcleos del espermatozoide y del ovocito. Esta célula hija se va a dividir por mitosis rápidamente para crear el nuevo embrión.

RESULTADOS DE LA FECUNDACIÓN:

- – Restablecimiento del número diploide de los cromosomas.
- – Establecimiento del sexo del nuevo individuo: el 100% de los ovocitos lleva 22 autosomas y un cromosoma X mientras que el 50% de los espermatozoides lleva los 22 autosomas y un cromosoma X y el otro 50% lleva el cromosoma Y. Si el espermatozoide que ha fecundado el ovocito es X, será niña y si es Y, será niño.
- – Inicio de la segmentación: la segmentación es una serie de cambios que va a sufrir el huevo o cigoto desde el momento en que se forma. Consiste en sufrir muchas mitosis seguidas. Así, va a formar un pelotón de células. Esta masa de células va a volver al útero, va a llevar el camino contrario al que llevó el espermatozoide.
 - Día 0: día de la fecundación.
 - Día 3: se forma la mórula. Recibe el nombre debido a su aspecto.
 - Día 4: entra en la cavidad uterina, se forma la blástula.
 - Día 5: empiezan a madurar las células, ya situadas claramente en el útero. Recibe el nombre blastocito.
 - Día 6 – 8: anclaje de la masa de células en la pared del útero, que está tapizada por dentro de mucosa uterina que es donde se implanta el blastocito. El útero es como un cilindro, y teniendo en cuenta esto, en condiciones normales el blastocito se implanta en la cara interior o en la cara posterior, siempre mirando hacia la zona central.
 - Rápidamente, ya se ve el esbozo del embrión. Las células adoptan una forma en dos capas que forman el disco germinativo bilaminar. Reciben el nombre de epiblasto la parte de arriba e hipoblasto la de abajo.
 - Pasadas unas semanas, se forma una capa intermedia, por lo que pasa a ser el disco germinativo trilaminar. Pasan a nombrarse de distinta forma:

Epiblasto Ectodermo Sistema nervioso.

Capa int. Mesodermo Aparato locomotor.

Hipoblasto Endodermo Tubo digestivo.

*Lección 9: Tejido epitelial.

CONCEPTO: un tejido es un conjunto de células ordenadas de manera regular que van a tener una función común, como por ejemplo las células de las fibras musculares cuya función es contraerse y estirarse.

HISTOLOGÍA: es la ciencia que se ocupa de los tejidos sanos. De los tejidos enfermos se ocupa la anatomía patológica e histopatológica.

TIPOS DE TEJIDOS FUNDAMENTALES:

- Tejido compuesto: por ejemplo, el tejido nervioso, el cual tiene células nerviosas y células de la glía, que están junto a las neuronas. También tiene vasos sanguíneos... Está compuesto por muchos elementos.

- **Tejido simple:** sólo compuestos por un tipo de célula, las propias de ese tejido. Por ejemplo, el cartílago. Decimos que es un tejido aneural (que no tiene nervios), avascular (que no tiene vasos sanguíneos), alinfático (que no tiene vasos linfáticos), sólo tiene cartílago.

Luego están los tejidos básicos o fundamentales que son cuatro y tienen subtipos.

En base a su morfología, por cómo están colocadas las células:

- Tejido conjuntivo.
- Tejido epitelial.

En base a su función:

- Tejido muscular.
- Tejido nervioso.

TEJIDO EPITELIAL:

Es uno de los cuatro tejidos básicos que va a estar compuesto por una serie de células muy juntas entre sí y con muy poca sustancia intercelular. Las células forman hileras o capas. Forman parte de los epitelios de revestimiento, tanto externos como internos. Reviste a otros tejidos. Como ejemplo de revestimiento externo tenemos la piel y como ejemplo de revestimiento interno, tenemos que todos los tubos huecos del cuerpo están revestidos de tejido epitelial.

Generalmente, los epitelios son impermeables, pero tienen lo que llamamos permeabilidad selectiva a ciertas moléculas. Tienen función de barrera, controlando el transporte. Por ejemplo, la piel no permite que el agua de la lluvia entre en el organismo, pero sí permite que el sudor salga.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EPITELIOS:

Tienen uniones de membrana, que son especializaciones de la membrana plasmática que permiten el cierre entre dos células vecinas. Pero pese a esta cerradura, se da el transporte selectivo:

- Función de barrera y revestimiento (piel o tubo digestivo).
- Absorción (tejidos que tapizan el tubo digestivo intestinal delgado).
- Secreción (células glandulares mucosas en el tubo digestivo).

TIPOS DE EPITELIO:

Se clasifican según como se ordenan las células en el tejido:

- **Epitelio escamoso simple:** escamoso porque sus células tienen forma cilíndrica y simple porque está formado por una sola capa de células. En el caso del intestino delgado, las caras de las células que dan a la luz del tubo, forman el polo apical y los que dan a la pared, el polo basal. Estos últimos se apoyan en lo que llamamos membrana basal.
- **Epitelio cúbico simple:** similar al anterior, con la diferencia de que aquí las células tienen forma cúbica. También tiene polo basal y polo apical.
- **Epitelio columnar simple:** células con forma de columnas alargadas. También tienen los dos polos.
- **Epitelio escamoso estratificado:** es estratificado porque no está formado por una sola capa de células, sino por más. No todas tienen contacto con la luz del tubo, por lo que no todas tienen polo apical y no todas están en contacto con la membrana basal, por lo que no todas forman

parte del polo basal.

- **Epitelio columnar pseudoestratificado**: sólo tiene una capa de células, pero sus núcleos están situados a distintas alturas.
- **Epitelio de transición**: es un tipo especial. Se encuentra en vías urinarias. Tiene la característica de poder transformarse de epitelio escamoso a cúbico. Sucede porque cuando la vejiga está poco llena, las células no sufren presión y están en forma escamosa, pero cuando se llena la vejiga y la orina presiona, las células disminuyen de tamaño pasando a epitelios cúbicos. Cuando la orina sale, las células vuelven a estado escamoso.

Los epitelios necesitan una cohesión para que no entre el agua a la dermis y no encharcar el interior del organismo. Estas uniones van a ser fundamentales. La adhesión celular está a cargo de las uniones de membrana llevadas a cabo por las diferenciaciones de membrana que van a permitir la unión de células y van a dotar al epitelio de resistencia, pero va a permitir un transporte selectivo de moléculas. Se sitúan entre célula y célula.

TIPOS DE UNIONES:

- Uniones oclusivas.
- Uniones anclantes o adherentes. Hay tres tipos:
- Contactos focales: puntos de unión.
- Desmosomas y hemidesmosomas: bandas + anchas.
- Uniones comunicantes tipo GAP. En su interior hay un canal estrecho que permite el transporte selectivo.

MEMBRANA BASAL:

Estructura membranosa que se encuentra en la base de los epitelios. Es rica en colágeno, lo que nos permite verla muy bien pues se tiñe muy bien. Supone la base del epitelio. Es la línea de división entre tejidos diferentes. Tiene más funciones:

- Barrera: no deja que pasen sustancias ajenas, sólo iones y dependiendo del tejido.

ESTRUCTURA DE LA PIEL:

De manera general la dividimos en:

- **Epidermis**: la más externa.
- **Dermis**.
- **Hipodermis**: la más interna.

Sólo nos centramos en la epidermis, la cual tiene 5 estratos o capas. Si vamos desde el más profundo al más externo encontramos:

- **Estrato basal**: está apoyado en la membrana basal de la epidermis, que la separa de la dermis. Está formada por una capa de células cúbicas.
- **Estrato espinoso**: células con estrellada, cuyas puntas tienen forma espicular que hace que parezcan espinas.
- **Estrato granuloso**: células caracterizadas por tener gránulos en su interior.
- **Estrato lúcido**: mirado al microscopio, da mucha luz.
- **Estrato córneo**: formado por las células muertas procedentes de otros estratos. Es la capa que tocamos.

Cuando las células se dividen por mitosis, van pasando las más maduras a un nivel o estrato superior. Pasan del basal al espinoso y de este al granuloso. Una vez que llegan aquí, las células generan queratohidina que es una sustancia que tienen las células cuando están a punto de morir. Una vez que mueren por la presión, quedan adoptando una forma aplanada. Muertas pasan al estrato lúcido. En el córneo las células también están muertas y aplanadas. Por esto sueltan los contenidos del interior y crean una zona impregnada la cual es recibida por el estrato córneo y cuyo componente principal es la queratina que permite la impermeabilidad de la piel.

Todo este proceso recibe el nombre de queratinización, proceso al cual podríamos definir como: proceso de muerte de células de la epidermis que además concede a la epidermis todas sus propiedades.

*lección 10: Tejido glandular.

No hablamos de un tipo distinto, pero está especializado en secreción.

Adaptación secretora: las células secretoras secretan sustancias y se tienen que adaptar a ellas, a la secreción. Van a tener mucho RE y muchas vesículas. Además tendrán una polaridad, dos polos distintos en la célula.

- **Polo basal:** reposa sobre la membrana basal del epitelio.
- **Polo apical:** lleno de vesículas de secreción.

TIPOS:

- **Secreción halocrina:** exocitosis de la célula por su polo apical.
- **Apocrina:** exocitosis de las vesículas pero acompañadas de todo el polo apical, incluido el citoplasma.
- **Holocrina:** la célula entera se secreta abandonando el epitelio.
- **Endocrina:** exocitosis por el polo basal y directamente a la sangre.

DIFERENCIAS ENTRE EXCRECIÓN Y SECRECIÓN:

La excreción es un proceso de expulsión de un cuerpo al exterior del mismo, mientras que la secreción sólo expulsa hacia una cavidad del cuerpo.

CONCEPTO DE GLÁNDULA:

En un conjunto organizado de células epiteliales secretoras las glándulas secretoras están sujetas a un doble control, uno hormonal (formación de leche durante el embarazo) y otro nervioso (reacciones al ver comida cuando hay hambre).

TIPOS DE GLÁNDULAS:

- **Secretoras simples:** células aisladas secretoras que se encuentran formando parte de un epitelio no secretor.
- **Tubular recto:** células secretoras están en el fondo de la glándula. Secretan los productos al interior de la glándula.
- **Tubular en anillo:** las células están al fondo de la glándula y en el medio tienen otras células encargadas de secretar iones para enriquecer la secreción.
- **Glándula ramificada:** cada anillo formado al final de la glándula se llama ACINO. Alrededor tiene unas células mioepiteliales que se contraen para exprimir los acinos obligándoles a expulsar el contenido a los conductos secretores de 2º orden.

La secreción en general produce:

- **enzimas.**
- **Mucinas.**
- **Proteínas (hormonas).**

* Lección 11: Tejido conjuntivo I.

Tiene una función de relleno, de conjunción entre tejidos. Dependiendo del tipo de tejido conjuntivo ante el que nos encontremos, su función será una diferente en cada caso.

Su origen viene del mesodermo (3ª capa del disco germinativo) y está formado por tres elementos fundamentales:

Fibras:

- **colágenos**
- **elásticas**
- **reticulares**

Células del tejido conjuntivo, de las cuales la más importante es el FIBROCITO. Otras son el mastocito, histocito, plasmocito, cls libres (sanguíneas) y otras como las adipocitos y los miofibroblastos, de características musculares.

Matriz extracelular o sustancia fundamental compuesta sobre todo por agua, proteoglicanos y glucosaminoglicanos.

CLASIFICACIÓN:

A / Tejido conjuntivo no especializado.

Es el más importante del que vamos a hablar. Se llama así por su función de relleno.

Tiene dos subtipos:

- **Laxo: es más débil, ya que tiene más células que fibras.**
- **Denso: tiene más densidad por su mayor proporción de fibras que de células, es más fuerte.**

B / Tejido conjuntivo especializado.

Cada subtipo tiene una función especial.

- **Denso modelado: es como el denso A pero su función es formar parte de ligamentos y tejidos.**
- **Adiposo: forma parte de las grasas. Es un tejido de revestimiento de órganos, ya que da calor y energía.**
- **Sanguíneo: la sangre es líquida, pero tiene células que realizan una función, la de ser una matriz extracelular líquida.**
- **Óseo: formación de los huesos.**
- **Cartilaginoso: formación de cartílagos.**
- **Hematopoyético: médula ósea. Es el lugar en el que nacen las células sanguíneas, los glóbulos rojos y los glóbulos blancos.**
- **Linfoides: especializado en la función defensiva (aquí nacen los linfocitos).**

C / Tejido conjuntivo embrionario:

Es el que observamos en el embrión, que es mucoso y está presente en el cordón umbilical.

FIBRAS:

- **FIBRAS COLÁGENAS.**

Parte del proceso de síntesis de fibras se da dentro del fibroblasto, y parte fuera. Empieza con el ARNm. La célula capta todo lo que necesita del exterior para la síntesis. Tienen lugar en el R.E. Esta fabricación crea hilos de proteínas. Mediante reacciones bioquímicas que las más importantes son hidroxilación y glicosilación. Se va a formar el procolágeno, que será el precursor del colágeno. Esta molécula de procolágeno va a ir al Aparato de Golgi, de donde saldrá por exocitosis mediante vesículas de transferencia.

Continúa en las ensenadas del fibroblasto. Aquí se produce el cambio de procolágeno a tropocolágeno. Actúa la procolágeno sintetasa. El tropocolágeno forma enlaces cruzados además de sufrir una polimerización dando lugar al producto final de la síntesis, la FIBRILLA COLÁGENA, que se agrupa para formar una FIBRA DE COLÁGENO, que se unen para formar un HAZ DE FIBRAS.

- **FIBRAS ELÁSTICAS:**

También están formadas en el fibroblasto. Tienen una disposición en red. Son ricas en elastina, lo que les da la propiedad de ser elásticas. Encontramos este tipo de fibras en:

- ligamentos de la columna vertebral.
- Ligamentos de todo el cuerpo, lo que permite que las articulaciones tengan movilidad.
- En arterias elásticas, que son las arterias grandes que transmiten el latido del corazón.

- **FIBRAS DE RETICULINA:**

También sintetizadas por el fibroblasto y también forman una red o malla. Se tiñen muy bien por la técnica de PAS y con tinciones de plata, llamadas tinciones argénticas. Por lo tanto podemos decir que son sustancias arginófilas, ya que se tiñen bien con la plata.

Las encontramos en el estroma de los tejidos hematopoyéticos y alrededor de las células musculares lisas.

CÉLULAS DEL TEJIDO CONJUNTIVO:

La más importante es el fibroblasto que participa en todos los procesos de reparación y cicatrización, además de la síntesis de fibras.

Otro tipo de células es el mastocito que ayuda en la respuesta inmune. Tiene histamina, que ayuda en la respuesta inflamatoria al ser liberada en los tejidos.

SUSTANCIA FUNDAMENTAL:

Es la matriz extracelular del tejido conjuntivo. Aquí están incluidas las células y fibras. Está compuesta por agua, proteoglicanos y glucosaminoglicanos. En estos últimos hay 4 subtipos:

- Ácido hialurónico.

- Codratín sulfato.
- Dermatín sulfato.
- Queratín sulfato.

Todos los glucosaminoglicanos tienen como función la de retener agua y vigilar que la matriz extracelular esté convenientemente hidratada.

*Lección 12: Tejido conjuntivo II.

TEJIDO CARTILAGINOSO:

Tejido conjuntivo especializado. Tiene su origen en el mesodermo (mesénquima embrional). Estructura simple:

Las células se disponen formando parejas. Son activas porque están continuamente produciendo sustancia amorfa. Se llaman CONDROBLASTOS y cuando envejecen se convierten en CONDROCITOS que son poco activas.

TIPOS DE CRECIMIENTO:

- **Intersticial:** desde dentro (por los condroblastos – se hace más grande).
- **Aposicional:** a partir del pericardio que genera condroblastos.

TIPOS DE CARTÍLAGO:

- **Hialino:** colágeno tipo 2 (compuesto más importante). Localización: esqueleto provisional del feto / tejido de sostén en vías respiratorias.
- **Fibroso:** colágenos tipo 1 y 2. Localización: zonas invertebradas, uniones entre tendones y hueso y entre los huesos planos de la pelvis.
- **Elástico:** colágeno tipo 2 y fibras elásticas. Localización: oreja, paredes del conducto auditivo externo, trompas de Eustakio y epiglotis.

TEJIDO ÓSEO:

CONCEPTO:

Tejido conjuntivo especializado que aparte del hueso compone otras estructuras que le van a dar propiedades de dureza y de soporte de cargas.

FUNCIONES:

- **Sostén mecánico:** (costillas) de la caja torácica de forma que no se colapse.
- **Locomoción:** gracias a los músculos.
- **Protección:** (cráneo) protege el encéfalo, cerebro, cerebelo...
- **Almacén metabólico de sales minerales.**
- **Alojamiento de la médula ósea:** se encuentra en el interior de los huesos, sobre todo los largos.

COMPONENTES DEL HUESO:

Tiene fundamentalmente dos tipos de células: osteoblastos (+ activos) y osteocitos (– activos).

La matriz del hueso es una matriz que no se encuentra mineralizada sino que está formada por

colágeno y glucosaminoglicano – osteoide. Cuando se empiezan a depositar sales minerales (calcio) se endurece, toma color blanquecino. Hay un tercer tipo de célula – osteoclastos (se van a encargar de la destrucción del hueso, de quitarle calcio al hueso. Se van a encontrar en su periferia. Los huesos tienen dos partes:

- Externa: cortical (hueso compacto).
- Interna: esponjosa (redes, trabéculas de hueso).

Los largos tienen varias zonas:

- Extremos: epífisis.
- Central: diáfisis.
- Zonas intermedias: metáfisis (aquí se sitúan las placas de crecimiento).

El hueso tiene un canal interior: canal medular. Está ocupado por médula ósea, por tanto no es un hueco sino que tiene tejido que también es conjuntivo. El perióstio tiene una inervación muy rica.

El canal medular está revestido por un tejido conjuntivo que se llama endostio.

- También se llaman osteomas o unidad básica de hueso.
- El sistema de Havers tiene central – conducto de Havers. Alrededor de este conducto van a disponerse de 5 a 6 laminillas circulares que es el máximo espacio donde llega la sangre que sale del conducto de Havers. El vaso que va por dentro va a ir difundiéndose hasta la 5ª o 6ª laminilla.

Los vasos que llegan al conducto de Havers llegan desde fuera:

- conductos de Volkman (horizontales).
- Conductos de Havers (perpendiculares).

Estos conductos llevan vesículas que se van a encargar de nutrir el hueso. El hueso es una estructura viva. El hueso puede cambiar de forma. Los osteoblastos y osteocitos están en el interior de los osteosomas. Los osteoblastos están más cerca del conducto de Havers. Los osteocitos están más periféricos. Los osteoclastos tienen función de resorción (quitar sales minerales al hueso). Son células grandes que recuerdan a los macrófagos y que forman una especie de hoyos en la cortical exterior que se llaman bahías de resorción o lagunas de Howship. El hueso tiene un doble y es que está bajo control hormonal. El hueso también está bajo factores físicos.

*Lección 13: Tejido muscular.

Uno de los tejidos fundamentales que caracterizamos por su función. Tiene una propiedad fundamental: contractilidad que va a ser dada por 2 proteínas contráctiles: actina y miosina.

Utilizamos terminología distinta:

- Sarcolema: membrana plasmática de la fibra celular.
- Sarcoplasma: citoplasma.
- Retículo sarcoplasmático: retículo plasmático.
- Célula: fibra ya que funciona igual.

Hay distintos tipos de tejido muscular, compartiendo todos la contractilidad:

- A // tejido muscular liso.

- B // tejido muscular estriado.
- C // tejido muscular cardíaco.

A // tejido que tiene células con citoplasma liso, homogéneo. Tiene contracción involuntaria. Las fibras musculares lisas pueden ser aisladas, por ejemplo los pelos. Lo normal es que estén agrupadas (formando parte de la pared de las vísceras huecas, pared de tubos respiratorios, digestivos, vejiga, o en la pared de las arterias).

- **Estructura al microscopio óptico:** células que tienen una forma de huso – husiformes. Son mononucleadas y el citoplasma es liso (homogéneo). Están unidas como si fueran las escamas de un pez. Las uniones van a estar formadas por uniones de membrana (sobre todo de tipo GAP) y por interdigitaciones. Alrededor de las células musculares lisas encontramos vasos sanguíneos, linfáticos, etc. que separan unos haces de otros. En el interior de las células musculares lisas encontramos los cuerpos densos: masa de color oscuro que van a ser zonas de anclaje para la actina.

Las células musculares lisas tienen un gran retículo sarcoplasmático que va a estar lleno de calcio. El calcio es el ion más importante en la contracción muscular. Posee muchas mitocondrias ya que para la contracción y relajación se precisa mucha energía.

B //

CONCEPTO: tejido cuyas células presentan citoplasma con estriaciones y que la contracción va a ser voluntaria. El tejido muscular estriado (también se llama esquelético) se diferencia del liso.

ESTRUCTURA AL MICROSCOPIO ÓPTICO: fibras o células multiestriadas. Las estrías van a ser longitudinales y transversales. Las longitudinales son menos importantes y van a estar formadas por miofibrillas (cuando damos un corte transversal, vemos que están llenos de miofibrillas que reproducen las estrías). Entre dos bandas oscuras (A) queda una clara (I).

ESTRUCTURA AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO: estructura que se repite: sarcómera. Es la unidad básica estructural y funcional del tejido muscular estriado. Está compuesto por filamentos de actina (delgados) y filamentos de miosina (gruesos). Está limitada entre dos líneas Z y contiene dos hemibandas, una banda A y una banda H que desaparece con la contracción.

H: zona donde sólo hay miosina. Esa zona es lo que se llama banda H. Cuando se contrae la sarcómera, los filamentos de miosina y actina van a encabalgarse y la banda H desaparece y la sarcómera se acorta. Los puentes cambian de orientación. Hay una línea en el centro de la banda H: línea H. En la ultraestructura hay una gran cantidad de retículos sarcoplasmáticos y forman unos canalones (tubos vacíos) que se sitúan entre la banda A y la banda I. Acaban formando un ensanchamiento que se llama tubo T. Cuando se aproxima al tubo T hay dos cisternas a cada lado. Todo ello recibe el nombre de Triada.

Aquí va a tener lugar el intercambio del calcio cuando hay contracción muscular.

C //

CONCEPTO: tejido de tipo estriado pero de contracción involuntaria.

Al visualizarlas, podemos ver que son mononucleadas. Además, van a estar muy imbricadas unas con otras. Además, hay unas bandas escaleriformes: complejos de unión que existen entre células cardíacas y vecinas. Las bandas escaleriformes consisten en:

- Desmosomas y uniones tipo GAP, no hay triadas y una sola cisterna por lo que se van a llamar diadas. Van a ser muy ricas en mitocondrias y en glucógeno.

HISTOFISIOLOGÍA DE LA CONTRACCIÓN:

El músculo liso va a tener los filamentos de miosina sueltos pero los de actina van a estar amarrados a una especie de placas de membrana que se llaman placas de fijación: van a actuar de anclaje, dentro hay miosina.

En la sarcómera existen unos puentes entre la actina y la miosina. La actina va a desplazarse y va a recubrir la miosina. La actina va a desplazarse y va a recubrir la miosina. Todas estas son dependientes del ion calcio que se acumula en el retículo sarcoplasmático.

*Lección 14: Tejido nervioso.

CONCEPTO: tejido fundamental cuya función es la comunicación celular. El cerebro, que recibe miles de sensaciones, utiliza energía química y eléctrica.

La unidad básica se llama neurona. También está la glía (todas las células del tejido nervioso que no son neuronas).

- reciben estímulos del exterior. Permiten aumentar la superficie de contacto del cuerpo neuronal.
- De ahí nace una prolongación larga que se llama axón o cilindro eje.
- Abombamiento final – botón sináptico que establece contacto con otras neuronas mediante la sinápsis.

ULTRAESTRUCTURA:

El núcleo es muy grande. Tiene una gran capacidad de síntesis. Tiene una gran cantidad de gránulos que se llama sustancia de Nissl. En el interior del soma van a haber gran cantidad de mitocondrias. Además, tiene una gran cantidad de vesículas ya que el neurotransmisor, unidad de comunicación del impulso, viaja en ellas. Se van a acumular en el botón sináptico.

Otro componente muy importante es el citoesqueleto que permite que tenga una estructura normal. La estructura fundamental son los filamentos intermedios. La 2ª característica es que el axón tiene que estar protegido por dentro. Por ello tiene filamentos intermedios. Aquí lo más importante es el transporte de vesículas de neurotransmisor. El transporte axonal se establece a través del axón, a través de los filamentos intermedios. Existen varios tipos:

- Transporte axonal anterógrado (del cuerpo al botón).
- Transporte axonal retrógrado (del botón al cuerpo).

Tres tipos:

- **T.A lento (anterógrado):** lo utilizan para funciones de mantenimiento celular. A través de él va a enviar al axón proteínas y lípidos para reparar lo que ocurra al axón. Entre 1 y 5 ml/día de avance. El núcleo sabe cuando se empieza a deteriorar por lo que va a hacer falta.
- **T.A rápido (anterógrado):** vesículas de neurotransmisor. Es rápido debido a su función (fundamento) tiene una velocidad de 400 ml/día.
- **T.A retrógrado:** vía de transporte de reciclado de la célula. Todo lo que se va deteriorando, la célula lo recupera para llevarla al núcleo que recicla lo que es útil.

CLASIFICACIÓN DE LAS NEURONAS SEGÚN SU FORMA:

A // NEURONA MULTIPOLAR: muchas prolongaciones que nacen del soma. Función motora.

B // NEURONA BIPOLAR: tiene dos prolongaciones que nacen del soma (una es el axón y la otra que termina en las dendritas).

C // NEURONA UNIPOLAR: sólo una prolongación. Función sensitiva.

D // NEURONA ESPECIAL: 10%. Células de Purkinje. Están en el cerebelo.

E // CÉLULAS DE LA GLÍA:

Tres tipos:

- Astroцитos: redondeadas con muchas ramificaciones. Las más numerosas. Se encargan de rellenar los espacios que existen entre neuronas. Menos fibrosas y protoplasmáticas. Distintas funciones: transporte de líquidos, están en contacto con los vasos sanguíneos.

Captan nutrientes. Retiran la sangre cuando principalmente hay un derrame. Tiene en su interior una proteína que es una pieza clave y se llama GFAP (proteína ácido fibrilar de la Glía). Hace posible el reconocimiento de los astrocitos.

- Oligodendrocitos: formación de mielina en el SNC.
- Células de la microglía: macrófagos del SNC (eliminan desechos, astrocitos, oligod.) Además, intentan eliminar el germen que entra.

La mielina es una sustancia lipídica que rodea los axones, bien sea del SNC (encéfalo y médula) o bien del SNP. Van a estar protegidas por una vaina que les va a aislar del medio. En el SNP, están producidas por las células de Schwann. En los axones, la capa de mielina está formada por estas células de la microglía que tienen forma de satélite.

La función de la mielina es la de mejorar la calidad (permite que se pueda transmitir el impulso sin distorsiones) y la velocidad de conducción.

Las fibras nerviosas, no todas son mielínicas. También las hay amielínicas. Son las encargadas de recoger los primeros estímulos.

Entre bandas de mielina están los nódulos de Ranvier. Su función no está clara pero se cree que tienen un efecto positivo en la calidad de la transmisión del impulso.

SINÁPSIS:

Unión celular especializada que permite la comunicación directa entre ellas. En la sinapsis se va a liberar una sustancia química – neurotransmisor (transmite el impulso de una célula a otra). En la sinapsis va a haber una célula presináptica y otra postsináptica.

El núcleo manda un mensaje al botón a través de los neurotransmisores (energía química). Las vesículas se rompen al llegar a la membrana presináptica y los transmite al espacio sináptico. Van a meterse en las membranas postsinápticas (receptores). Al encajar en los receptores, se produce una reacción que libera energía eléctrica que va al 2º núcleo.

TIPOS DE NEUROTRANSMISORES:

- **Acetilcolina:** efecto despolarizador de la membrana postsináptica.
- **Dopamina.**
- **Glicina.**

TIPOS DE SINAPSIS SEGÚN SU DISPOSICIÓN:

- **Axoaxónica:** axón de una neurona con el axón de otra.
- **Axodendrítica:** axón de una con dendrita de otra.
- **Axosomática:** axón de una con soma de otra.
- **Unión neuromuscular:** sinapsis que se establece entre una neurona motora y un vientre muscular. Directamente la neurona va a inervar el músculo. Se forma la placa motora: transmitir el impulso de la contracción al músculo estriado. Neurotransmisor más importante, acetilcolina.

Ramón y Cajal descubrió la sinapsis (1890).

Organografía microscópica

*Lección 15: Sistema nervioso.

A // MÉDULA ESPINAL.

- **Estructura alargada** que está en el interior del canal raquídeo, que comienza cerca del cerebro y va a acabar en la columna lumbar formando una estructura que se llama cola de caballo.
- **Función** de ser receptor y conductor de todos los estímulos del SNP. Los va a llevar hacia el tronco del encéfalo y cerebro. La respuesta sale de aquí a la médula espinal y de ahí a los nervios periféricos – musculatura.
- **Tiene una estructura ovoide** al corte transversal.

Formada por neuronas amielínicas. Neuronas mielínicas.

Dos partes:

- **Anterior:** características motoras astas anteriores.
- **Posterior:** sensitivo astas posteriores.

A las astas posteriores van a llegar dos raíces que se llaman raíces posteriores y son sensitivas. De las anteriores parten numerosas raíces formando las raíces anteriores que son sobre todo motoras motoneuronas. Representan los cuerpos neuronales de las fibras de los axones anteriores.

La médula espinal es un sitio de paso de estímulos que van a través de las astas anteriores que bajan hasta contactar con las células motoras y de las sensitivas (ascendente).

GANGLIO RAQUÍDEO.

Un ganglio nervioso es una agrupación de neuronas del SNC. Los ganglios son estructuras nerviosas periféricas que dependiendo del tipo de neurona que contenga serán sensitivas o motoras.

El ganglio raquídeo es un ganglio que se encuentra en el interior del canal raquídeo y forma parte de

las raíces posteriores de la médula espinal. Éstos tienen carácter sensitivo, van a tener como función fundamental la de servir de última parada de todas las sensaciones (deja pasar las sensaciones necesarias y las que no lo son, no los filtra).

Su estructura tiene una forma de huso que está formado por una cápsula de la que surgen unos tabiques que son de tejido conjuntivo, posteriormente en el ganglio hay una zona central (llena de dendritas y axones) y una zona periférica formada por cuerpos neuronales. En cuanto a las células hay dos tipos:

- **Neurona pseudo-monopolar:** neurona grande que tiene un soma grande y en el núcleo hay mucha sustancia de Nissl. Va a tener un axón que nace del soma, el cual va a llegar a la zona central del paso y se va a dividir en forma de T. Una parte va hacia la médula y otra hacia otro axón. Las dendritas salen hacia el sentido contrario y captan sensaciones. Están rodeadas de otras células. Las células que rodean a esta neurona son los gliocitos (oligodendrocitos). Hay dos tipos:
- **Somáticas:** rodean al soma.
- **Axónicas:** rodean al axón. En algunos casos sufren modificaciones los axones volviendo sobre sí mismo formando un ovillo. Al rodear el soma, da la impresión de que sea un glomérulo, de donde recibe el nombre.
- **Neurona atípica:** se cree que son neuronas pseudomonopolares que han sufrido una lesión, convirtiéndose en neuronas atípicas, ya que su soma presenta elevaciones que recuerdan a los de los animales. Reciben el nombre de parafitas de Maggeote.

El ganglio raquídeo recibe las sensaciones sensitivas. Éstas viajan en sentido de las astas posteriores de la médula. El ganglio tiene función moduladora del mensaje que se lleva a cabo por las neuronas pseudomonopolares.

CEREBELO:

- **CONCEPTO:** órgano nervioso que se encuentra situado en la región occipital.
- **FUNCIONES:** las más importantes que se dan en él son:
 - Regular el equilibrio estático. Nos permite que al cerrar los ojos estando de pie no nos caigamos.
 - Armonizar la postura corporal durante la marcha y la caída.
 - Coordinar el tono muscular, que no es lo mismo que contracción muscular. El tono muscular es el estado basal de los músculos. Ningún músculo está totalmente relajado, a no ser que reciban alguna sustancia que les relaje totalmente, como la anestesia.
- **ESTRUCTURA:** parece una coliflor, es de forma arboriforme. Tiene una unidad básica estructural que se repetirá en toda su estructura. Es la laminilla cerebelosa.

Distinguimos varias capas yendo desde la zona más profunda a la zona más superficial. Vamos encontrando:

- **Capa granulosa o de los granos:** formada por células grano en gran cantidad. Se ve como una manta de puntos. Las células grano son redondeadas y pequeñas. Su cuerpo está en la capa grano pero su axón llega hasta la capa molecular, donde se divide en T llegando la T a las dendritas de las células de Purkinje. Vemos la célula alargada con prolongaciones paralelas a la capa grano. Son las células de Lugaro.
- **Capa de células de Purkinje:** formada por la línea que forman los cuerpos de las células de

Purkinje situadas al mismo nivel. Separa la capa granular de la molecular. Las células de Purkinje tienen un soma grande, con ramificaciones dendríticas que se dirigirán a la capa molecular. Aquí se abren formando una especie de cesto. Las dendritas presentan diferenciaciones de membrana en forma de espícula llamadas espinas de las dendritas de las células de Purkinje. Su función es aumentar la zona de contacto de sinapsis con otras células. Del cuerpo sale el axón, que se dirige al interior del cerebelo y al cerebro. Transporta mensajes desde el cerebelo al cerebro y a la médula espinal.

- **Capa molecular:** tiene un aspecto homogéneo. Presenta dos tipos de células: células estrelladas superficiales y células estrelladas profundas (que son las más cercanas a la capa grano). Aquí tiene lugar el contacto sináptico entre las células estrelladas con las células de Purkinje y con las células grano.

El cerebelo recibe información a través de dos tipos de fibras:

- Trepadoras.
- Musgosas.

Ambas llevan al cerebelo, especialmente a las células de Purkinje, la información de cual es la postura del cuerpo y envía una respuesta.

CORTEZA CEREBRAL:

- **CONCEPTO:** parte más externa del cerebro. Interpreta las sensaciones y elabora respuestas adecuadas.
- **ESTRUCTURA:**
 - 11/12 Isocórtex: estructurado en capas. Generalmente hay 5 o 6 capas de isocórtex.
 - 1/12 Alocórtex: su estructura es desordenada. Se encuentra localizada casi siempre en el sistema límbico, que se cree que es un lugar para albergar instintos.

En la mayoría del cerebro hay capas constantes. Las capas son 6 en el isocórtex. De las 6 capas, una es una capa con neuronas gigantes o piramidales de Betz. Son muy grandes y se encuentran en la capa 5. Su misión es ser el inicio de las respuestas motoras de la corteza cerebral. El resto de las capas son más receptoras que enviadoras. La isocorteza frontal es igual en estructura a la occipital, aunque la frontal es más gruesa que la otra. En las zonas parietales y temporales (lados de la cabeza) son de grosor medio.

*Lección 16: Globo ocular y Aparato respiratorio.

GLOBO OCULAR:

No hay que confundir visión con capacidad óptica.

- **ESTRUCTURA:** no son perfectamente redondos. Su diámetro de delante a atrás es mayor que es de arriba abajo. Tiene componentes propios y acompañantes. Son los componentes accesorios al globo ocular:
 - Conjuntiva: parte blanca del ojo.
 - Párpados.
 - Sistema de drenaje lacrimal.
 - Músculos extraoculares. Se ondean en el globo ocular.

- Tiene varias capas. Desde el exterior al interior son:

- Más externa (2 partes).

Esclerótica: por delante, en la región anterior del ojo se continua con la córnea. Está algo abombada. Es el lugar donde se asientan las lentillas.

Capa media: (zona en negro). Se llama coroides. En su interior transcurren los vasos sanguíneos que nutren al globo ocular y le dan color. Es una elevación que tiene unos filamentos que sujetarán una lente llamada cristalino. El cuerpo ciliar se continua con una elevación del coroides llamada iris. Se caracteriza por tener células pigmentadas que dan el color de ojos que vemos. Rodea a la pupila que es la apertura que deja el iris. No se continúa hacia delante. La unión de las tres partes de la capa media (iris + cuerpo ciliar + coroides). Son la Uvea.

- La capa más interna sólo se encuentra en la mitad posterior. Recibe el nombre de retina. En la parte posterior del ojo hay axones procedentes de la retina. Forman el nervio óptico. Acompañando al nervio óptico van la arteria y vena central de la retina.