

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO
ACADEMIA DE CIENCIAS MORFOLÓGICAS

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

ACADEMIA DE CIENCIAS MORFOLÓGICAS



Manual de prácticas de laboratorio. Academia de Ciencias Morfológicas

Autores: Patricia Aguilar Fuentes, Susana Barragán Camarera, Efraín Castorena Montenegro, Guadalupe Félix Escobar, Diana Gurrola Pinedo, Sergio Lugo Balderas, María Mercedes Marín Velázquez, Arturo Meléndrez Vega, Maricela Olarte Saucedo, Vicente Ortega Cisneros, William Humberto Ortiz Briceño William, Gabriel Osorio Refugio, Daniel Rivas Campos, Rubén Darío Ruiz Agüero, Ma. de Lourdes Urquizo Ruvalcaba, Yadira Esperanza Villalobos Hernández, Armando Reveles Delijorge, Sixto Javier Sosa Díaz

ISBN: 978-978-81938-5-2

Tercera edición: 2015

Ciencias naturales. Anatomía y morfología.

D. R. © Patricia Aguilar Fuentes, Susana Barragán Camarera, Efraín Castorena Montenegro, Guadalupe Félix Escobar, Diana Gurrola Pinedo, Sergio Lugo Balderas, María Mercedes Marín Velázquez, Arturo Meléndrez Vega, Maricela Olarte Saucedo, Vicente Ortega Cisneros, William Humberto Ortiz Briceño William, Gabriel Osorio Refugio, Daniel Rivas Campos, Rubén Darío Ruiz Agüero, Ma. de Lourdes Urquizo Ruvalcaba, Yadira Esperanza Villalobos Hernández, Armando Reveles Delijorge, Sixto Javier Sosa Díaz, 2015

D. R. © Ilustración de portada: MCD Efraín Castorena Montenegro

ISBN: 978-978-81938-5-2

Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”
Jardín Juárez 147
Colonia Centro
C. P. 98000
Zacatecas, Zacatecas
Tel. 92 22001

Todos los derechos reservados. Queda terminantemente prohibida, sin la autorización escrita y legal del autor, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía o el tratamiento informático.

ÍNDICE

Práctica 1. Células germinales	9
Práctica 2. Fecundación, segmentación, morulación y blastulación.....	15
Práctica 3. Desarrollo de la morfología externa del embrión y del feto.....	25
Práctica 4. Métodos histológicos de estudio y tejidos básicos.....	33
Práctica 5. Sistema nervioso: embriología e histología	47
Práctica 6. Sistema nervioso: anatomía macroscópica	57
Práctica 7. Sistema óseo y sindesmología	67
Práctica 8. Tegumento y sistema muscular	75
Práctica 9. Aparato circulatorio.....	85
Práctica 10. Aparato respiratorio.....	95
Práctica 11. Aparato digestivo	107
Práctica 12. Aparato urogenital.....	119

PRÁCTICA 1

CÉLULAS GERMINALES

Competencias y habilidades

El alumno demostrará, mediante observación microscópica, la realización de un dibujo y un trabajo de modelado, su conocimiento sobre la morfología de las células germinales (masculina y femenina) y deducirá la importancia en la práctica profesional del área de Ciencias de la Salud.

Fundamento teórico

El organismo del ser humano tiene dos tipos de células: somáticas y germinales. Las somáticas son diploides y tienen 46 cromosomas, mientras que las germinales (ovocito y espermatozoide) son haploides y tienen, por lo tanto, 23 cromosomas.

ESPERMATOZOIDE

Los espermatozoides son células haploides que constituyen el gameto masculino; maduran morfológicamente durante la espermatocitogénesis o espermiogénesis, un proceso que ocurre en la adolescencia y durante el cual las espermátides eliminan casi todo el citoplasma y se transforman en espermatozoides que tienen una longitud de 40 y 50 μ . Al observarlos con el microscopio electrónico puede advertirse que están formados por dos partes fundamentales: la cabeza, constituida esencialmente por el *núcleo* y por el *acrosoma*, y la cola, que se divide en *cuello*, *pieza media*, *pieza principal* y *pieza terminal*.

Dos terceras partes de la cabeza están cubiertas por el acrosoma, y el otro tercio, por una membrana llamada “posacrosómica”. La cabeza contiene el núcleo condensado con los 23 cromosomas responsables de la transmisión hereditaria de las características paternas; mide entre 4 y 5 μ de longitud y presenta un aspecto denso y homogéneo. El acrosoma proviene del aparato de Golgi y posee una doble membrana: la interna se adhiere al núcleo, y la externa a la membrana plasmática. Entre ambas membranas acrosómicas existe un espacio estrecho en el que hay enzimas como la hialuronidasa, la neuroaminidasa y la acrosina, que intervienen en el proceso de fertilización.

La cola o flagelo, formada por un filamento axil o axonema, impulsa al espermatozoide y está constituida por un par de microtúbulos centrales y por nueve pares periféricos. Los microtúbulos nacen en el cuello, atraviesan las piezas media y principal y terminan en la parte distal de la cola. El cuello es la región de la cola del espermatozoide que une a la cabeza con la pieza media, y en él se encuentra el centriolo proximal (el centriolo distal pocas veces se observa en un espermatozoide maduro). La pieza media contiene mitocondrias dispuestas en espiral alrededor de los microtúbulos del flagelo y, con frecuencia, también tiene una porción de citoplasma residual y su extremo distal termina en un anillo de material denso. La pieza principal es la más larga del flagelo, se halla cubierta sólo por la membrana celular, es distal a la pieza media, es la más larga del flagelo y tiene una vaina fibrosa que cubre el filamento axil.

OVOCITO

El ovocito u óvulo se observa al microscopio electrónico como una célula redondeada, con un núcleo grande y excéntrico que posee un gran nucléolo y una membrana porosa; en el citoplasma yuxtannuclear se encuentra un área llamada “cuerpo vitelino de Balbiani”, que concentra la mayor parte de los organelos: el aparato de Golgi, las mitocondrias y el retículo endoplásmico rugoso.

En la periferia del citoplasma, el ovocito contiene sustancias nutricionales y energéticas de reserva. También hay ahí organelos dispersos, como el retículo endoplásmico liso, mitocondrias y ribosomas libres. Cerca de la parte interna de la membrana celular se localizan gránulos corticales que se liberan hacia el espacio perivitelino durante la fecundación. En el exterior de la membrana celular, el ovocito posee microvellosidades.

El ovocito está rodeado por el espacio perivitelino, que está rodeado a su vez por la zona pelúcida, constituida por mucopolisacáridos y cubierta por células foliculares que constituyen la corona radiada.

Bibliografía

- CARLSON, B. M., *Embriología humana y biología del desarrollo*, España, 4.^a edición, Editorial Elsevier Mosby, 2009, pp. 27-62.
- GARCÍA M. R., L. A. Rodríguez y F. J. I. Sotelo, *Biología del desarrollo prenatal humano. Prácticas de laboratorio*, 1.^a edición, Universidad Autónoma de Zacatecas / Dosfilos Editores, 2004, pp. 69-76.
- MOORE, L. K., *Embriología clínica*, 9.^a edición, Canadá, Editorial Elsevier, 2013, pp. 14-20.
- SADLER T. W. *Langman: Embriología médica con orientación clínica*, 12.^a edición, México, Editorial Médica Panamericana, 2012.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual de prácticas, lápiz, sacapuntas, pluma, lápices de colores, modelado elaborado con esfera de unisel.

Actividades previas a la práctica

1. Antes de la práctica, el alumno debe buscar y entender el significado de las siguientes palabras:

Célula germinal:

Somático:

PRÁCTICA 1. CÉLULAS GERMINALES

Espermioogénesis:

Acrosoma:

Enzima:

Centriolo:

Axil:

Cortical:

Perivitelino:

Mucopolisacárido:

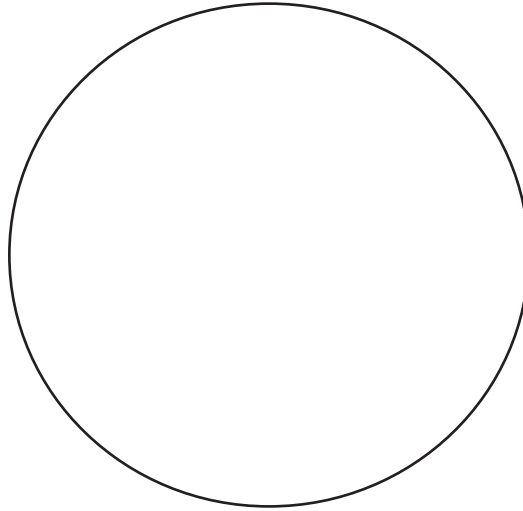
Yuxtannuclear:

Tridimensional:

Actividades de la práctica

1. Elaborar en casa, con media esfera de unicel y con otros materiales, el modelado tridimensional de un ovocito secundario que incluya todos los organelos celulares.
2. Observar un frotis de espermatozoides coloreados con la técnica de Papanicolaou, dibujarlo en el espacio destinado a la Figura 1-1 y describirlos con detalle en las líneas correspondientes.

Figura 1-1. Dibujo de un frotis de espermatozoides



Coloración _____ Objetivo _____

Descripción

3. Deducir y describir, en media cuartilla, la importancia del espermatozoide y del ovocito, tanto en la embriología como en la práctica profesional del área de ciencias de la salud.

PRÁCTICA 1. CÉLULAS GERMINALES

4. Exponer, en media página, la importancia del ovocito y del espermatozoide.

PRÁCTICA 2

FECUNDACIÓN, SEGMENTACIÓN, MORULACIÓN Y BLASTULACIÓN

Competencias y habilidades

El alumno integrará, mediante la observación de un video y la coloración de los correlativos esquemas, los conocimientos de las etapas del desarrollo humano en las primeras dos semanas de vida y deducirá su importancia en la práctica del profesional del área de ciencias de la salud.

Fundamento teórico

La fecundación o fertilización comprende una serie de procesos que ocurren en la ampolla de la trompa uterina. Se inicia cuando los espermatozoides penetran la corona radiada que rodea al ovocito y concluye con la entremezcla de los cromosomas maternos y paternos luego de que un solo espermatozoide ha entrado al ovocito, de lo que resulta una sola célula, denominada cigoto. En este complejo fenómeno participan otros factores de origen materno: la concentración de hormonas, las contracciones musculares del útero y de la trompa, las características bioquímicas del medio, etc. Antes de la fertilización, las secreciones del aparato reproductor femenino producen una reacción para capacitar al espermatozoide, consistente en diversos cambios de las glucoproteínas de su membrana plasmática necesarios para la fecundación. Las etapas que incluye este proceso son:

1. Penetración de la corona radiada.
2. Anclaje y penetración en la zona pelúcida.
 - Reacción acrosómica.
 - Reacción de zona (impedimento de la polispermia).
3. Unión y fusión del ovocito y del espermatozoide.
4. Conclusión de la segunda división meiótica del ovocito y formación del pronúcleo femenino.
5. Formación de pronúcleo masculino.
6. Desarrollo y fusión de los pronúcleos masculino y femenino. La ovótida se convierte en cigoto.

Después de su capacitación, el espermatozoide llega a la corona radiada, una capa constituida por células y por una matriz intercelular formada por proteínas y por una alta concentración de carbohidratos, en especial ácido hialurónico. El espermatozoide atraviesa así la corona radiada mediante movimientos natatorios activos y liberación de hialuronidasa.

Al llegar a la zona pelúcida, los espermatozoides experimentan la denominada “reacción acrosómica”, que consiste en la fusión de zonas de la membrana acrosómica externa con la membrana plasmática y la liberación de las partes fusionadas bajo la forma de pequeñas vesículas que contienen enzimas, fundamentalmente acrosina. La penetración de la zona pelúcida se realiza mediante movimientos activos de la cola del espermatozoide y por la digestión enzimática de un canal en esta capa.

Después de atravesar la zona pelúcida, el espermatozoide permanece en el espacio perivitellino, situado entre la zona pelúcida y la membrana del ovocito. Se establece entonces el contacto entre las membranas del ovocito y la acrosómica interna que se ha fusionado ya con la membrana plasmática, remanente del espermatozoide. A continuación, la cabeza y la cola del espermatozoide ingresan al citoplasma del ovocito.

La penetración del espermatozoide ocasiona la propagación del calcio intracelular, que tiene por objeto que los gránulos corticales del citoplasma del ovocito liberen sus enzimas hidrolíticas y sus polisacáridos hacia el espacio perivitelino y se produzca la reacción que reorganiza la zona pelúcida e impide el paso de más espermatozoides.

Asimismo, la activación del cigoto, causada por la penetración del espermatozoide, produce reacciones bioquímicas que inician el desarrollo del nuevo individuo.

Dentro del citoplasma, la cola del espermatozoide degenera y la cabeza adopta una forma redondeada para convertirse en el pronúcleo masculino. Adicionalmente, el ovocito completa la segunda división meiótica, expulsa al segundo cuerpo polar hacia el espacio perivitelino, y se constituye en pronúcleo femenino.

Se restablece así el número diploide de cromosomas, y cada pronúcleo duplica su ADN. Los pronúcleos se fusionan y sus cromosomas se alinean en el ecuador del huso mitótico, dando origen a la primera metafase, durante la cual concluye la fecundación e inicia la segmentación o primera división mitótica del cigoto.

La fecundación tiene los siguientes resultados:

1. Conclusión de la segunda división meiótica.
2. Restablecimiento del número diploide de cromosomas (46).
3. Determinación del sexo cromosómico de los individuos (46, XX o 46, XY).
4. Incremento en la variabilidad de especie.
5. Activación metabólica del ovocito para que inicie la segmentación.

La segmentación del cigoto comienza aproximadamente treinta horas después de la fecundación y da origen, por mitosis, a dos blastómeras, cuyas divisiones mitóticas sucesivas producen blastómeros más pequeñas, lo cuales, cuando alcanzan un número de 12 a 16 y todavía rodeadas por la zona pelúcida, constituyen la mórula, a partir de la cual se forma la bástula o blastocisto. Así, llamamos blastulación al proceso de formación del blastocisto.

Hacia el cuarto día posterior a la fecundación, los embriones entran en una fase de compactación, durante la cual los blastómeros externos se comprimen entre sí, dando origen a una capa superficial llamada *trofoblasto*, mientras que por el proceso de cavitación se acumula agua y sodio entre los blastómeros internos, hasta formar una cavidad denominada *blastocèle*, y un pequeño grupo de células se acumula en un extremo, constituyendo la masa celular interna o embrioblasto.

Las células del embrioblasto dan lugar al cuerpo del embrión y a algunas estructuras extraembrionarias, y las células del trofoblasto dan lugar al citotrofoblasto y al sincitiotrofoblasto que posteriormente se convierten en anexos embrionarios, entre los cuales se encuentra la placenta.

Al comienzo de la blastulación, la zona pelúcida permanece íntegra y mantiene unidas las células, pero cuando la blástula aumenta de volumen, poco a poco se rompe y, aproximadamente hacia el quinto día, desaparece. Alrededor del séptimo día, una capa de células llamada “hipoblasto”, o “endodermo primitivo” aparece en la superficie de la masa celular interna orientada hacia la cavidad del blastocisto.

A medida que la blastulación progresa, en la masa celular interna surge el primordio de la cavidad amniótica. Poco después, en el piso de esta cavidad, se forma una capa de células cilíndricas altas, llamada *epiblasto*, desde la cual se delaminan células amniógenas, o amnioblastos, que se organizan e integran la membrana del amnios, la cual cierra la cavidad amniótica.

Finalmente, del *hipoblasto* o *endodermo* primitivo se originan las células de la membrana exocelómica que recubre el trofoblasto para que el blastocèle se convierta en la cavidad *exocelómica*.

PRÁCTICA 2. FECUNDACIÓN, SEGMENTACIÓN, MORULACIÓN Y BLASTULACIÓN

La cavidad y la membrana exocelómica se modifican y se transforman en el saco vitelino primario. En esta etapa, el disco embrionario bilaminar está formado por el epiblasto y el hipoblasto, y se encuentra entre la cavidad amniótica y el saco vitelino primario. Las células del hipoblasto del saco vitelino primitivo originan el *mesodermo extraembrionario*, que es una capa de tejido dispuesta laxamente alrededor del amnios, y el saco vitelino primario. Posteriormente aparecen espacios aislados que rápidamente se fusionan para integrar una gran cavidad llena de líquido llamada “celoma extraembrionario”, que rodea al amnios, constriñe al saco vitelino primario y envuelve el saco vitelino secundario, que reemplaza al saco vitelino primario con células procedentes del hipoblasto.

El celoma extraembrionario divide al mesodermo extraembrionario en dos capas:

- a) Mesodermo somático extraembrionario, que recubre al trofoblasto y cubre al amnios.
- b) Mesodermo esplácnico extraembrionario, que rodea al saco vitelino.

El mesodermo somático extraembrionario y las dos capas del trofoblasto constituyen la pared del corion o también saco coriónico, dentro del cual están suspendidos, por el tallo de conexión, el embrión, el saco vitelino y saco amniótico. En esta fase, el celoma extraembrionario se denomina *cavidad coriónica*.

Bibliografía

- CARLSON, B. M., *Embriología humana y biología del desarrollo*, 4.ª edición, España, Editorial Elsevier Mosby, 2009, pp. 27-62.
- GARCÍA, M. R., L. A. Rodríguez y F. J. I. Sotelo, *Biología del desarrollo prenatal humano. Prácticas de laboratorio*, 1.ª edición, Universidad Autónoma de Zacatecas / Dosfilos Editores, 2004, pp. 69-76.
- MOORE, L. K., *Embriología clínica*, 9.ª edición, Canadá, Editorial Elsevier, 2013, pp. 30-39.

Actividades previas a la práctica

1. Antes de la práctica, el alumno deberá buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Fecundación o fertilización:

Segmentación:

Cigoto:

Capacitación:

Blastómera:

Polispermia:

Descondensación:

Variabilidad:

Mórula:

Reacción acrosómica:

Reacción zonal:

Blástula:

Blastocele:

Trofoblasto:

Embrioblasto:

Amnioblasto:

Amnios:

PRÁCTICA 2. FECUNDACIÓN, SEGMENTACIÓN, MORULACIÓN Y BLASTULACIÓN

Membrana exocelómica:

Ectodermo:

Endodermo:

Mesodermo extraembrionario:

Mesodermo somático:

Mesodermo esplácnico:

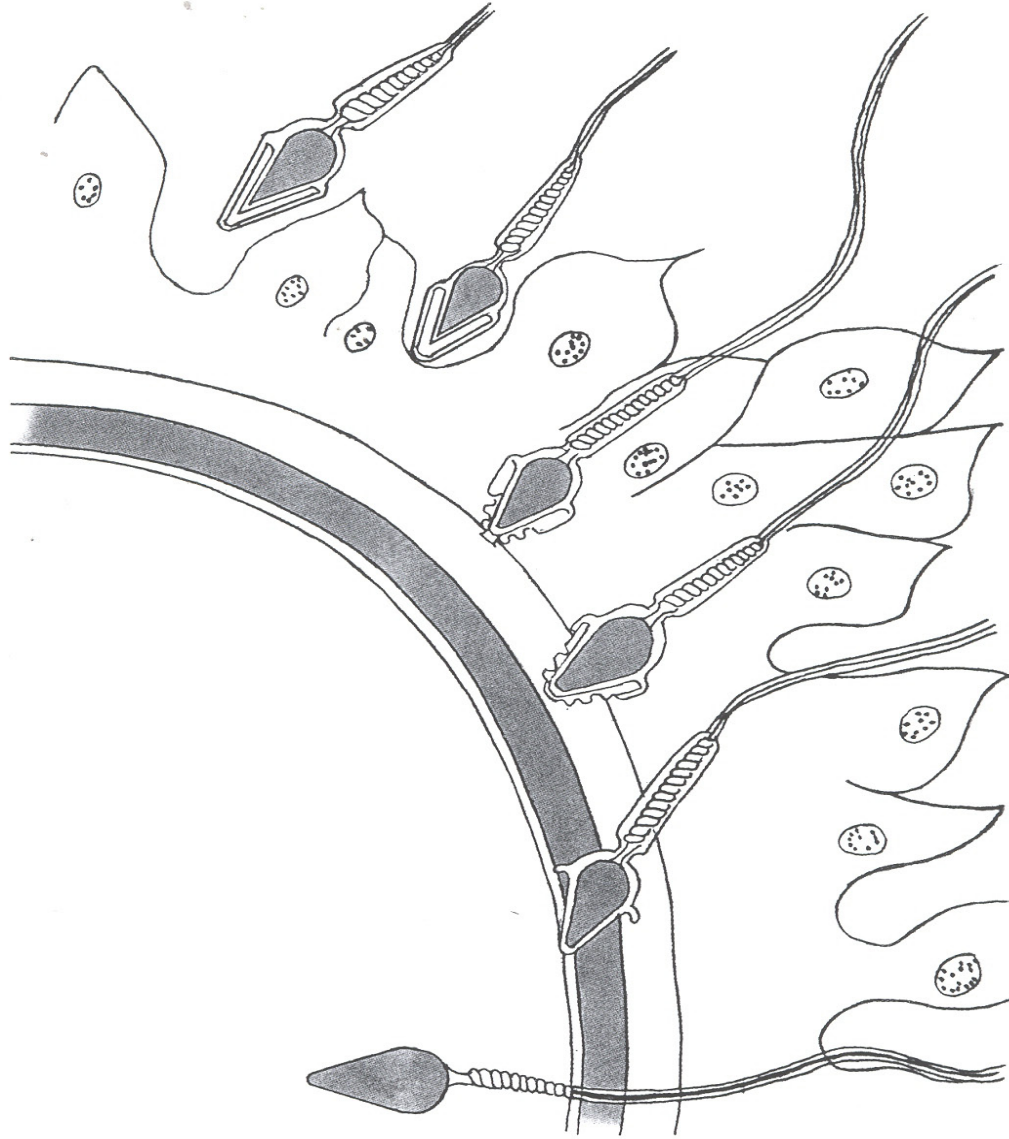
Tallo de conexión:

Corion:

Actividades de la práctica

1. Observar, en video, el desarrollo de un individuo en las dos primeras semanas.
2. Escribir, en la Figura 2-1, el nombre de las estructuras destacadas y exponer, en forma, secuencial, los pasos de la fecundación.

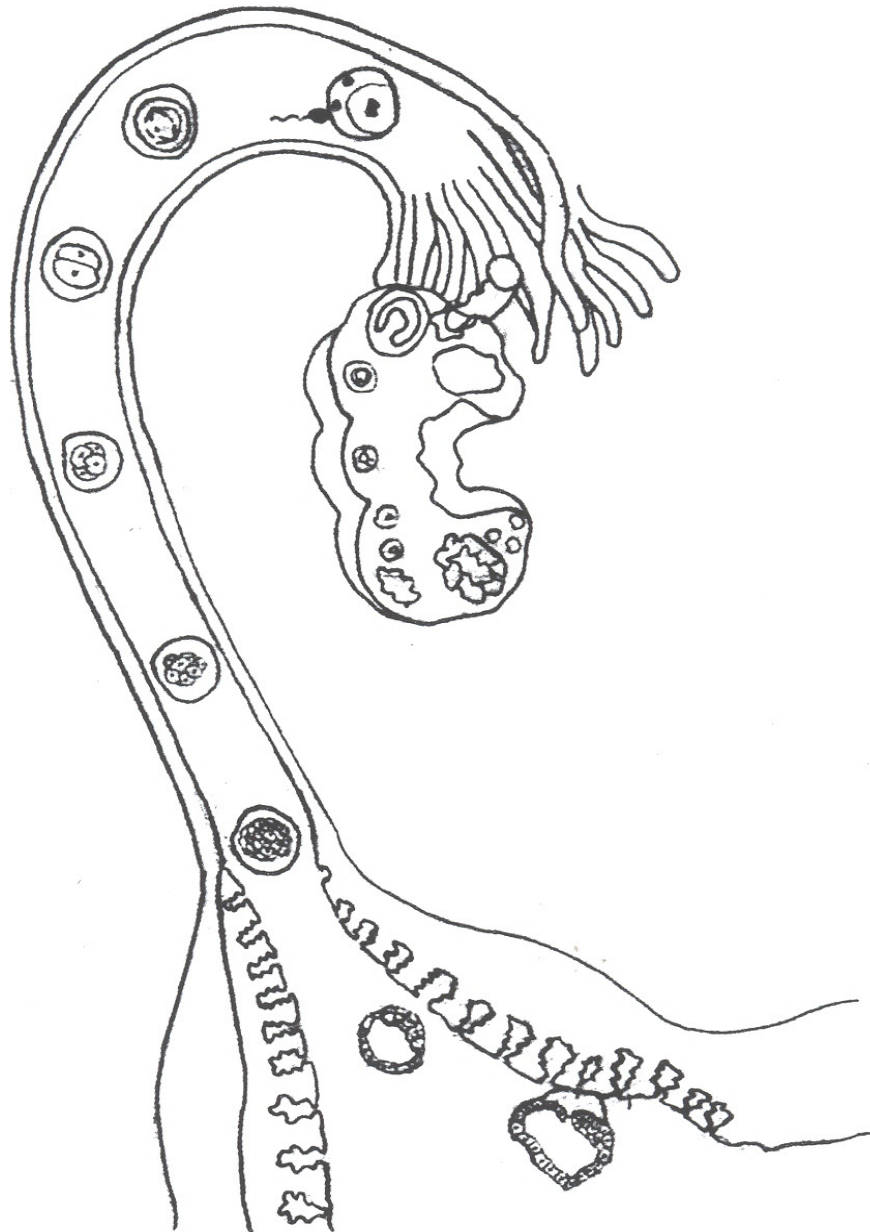
Figura 2-1



PRÁCTICA 2. FECUNDACIÓN, SEGMENTACIÓN, MORULACIÓN Y BLASTULACIÓN

3. Escribir, en la Figura 2-2, los sitios correctos donde deben aparecer los nombres de las siguientes estructuras: ciclo ovárico, segmentación, blastulación, morulación e implantación.

Figura 2-2



4. Escribir, en la Figura 2-3 y 2-4, el nombre de las etapas y el día aproximado en que se forman las estructuras durante la primera y segunda semana de gestación. Anotar el nombre de las que aparecen en los dibujos. Utilizar los colores de la siguiente forma: azul oscuro para el epiblasto o ectodermo; amarillo para el hipoblasto o endodermo; azul claro para cavidad amniótica; anaranjado para el saco vitelino, verde para el trofoblasto y rosa para el embrioblasto; morado para la zona pelúcida, café para los blastómeros y rojo para el mesodermo extraembrionario.

Figura 2-3

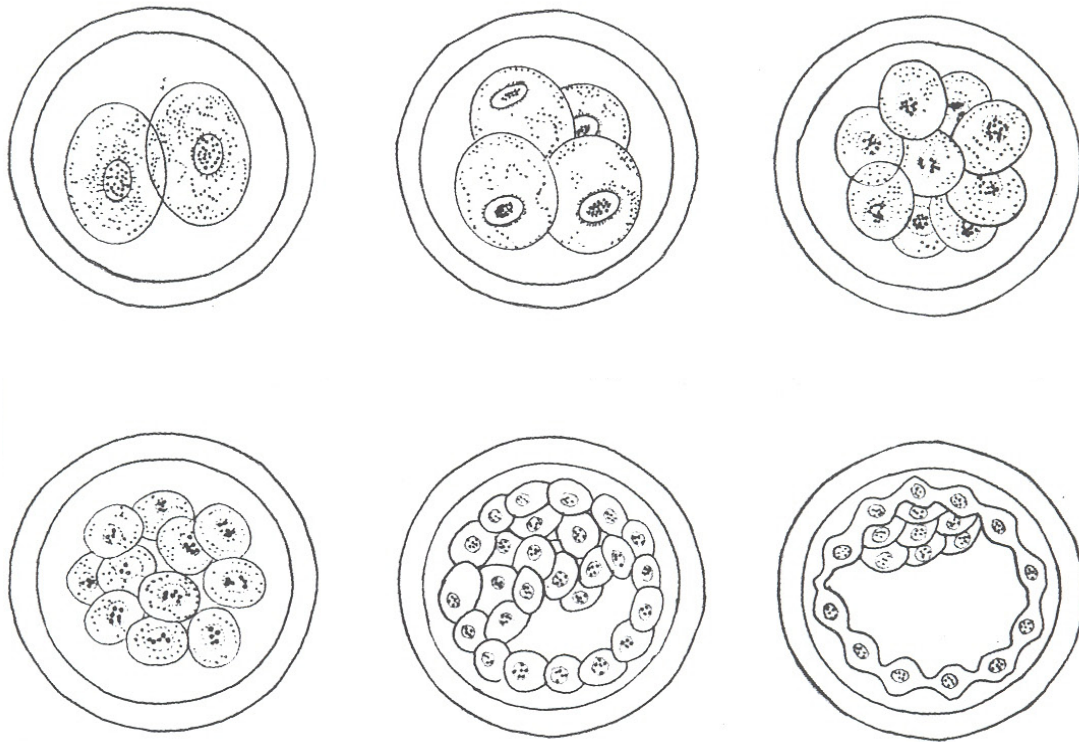
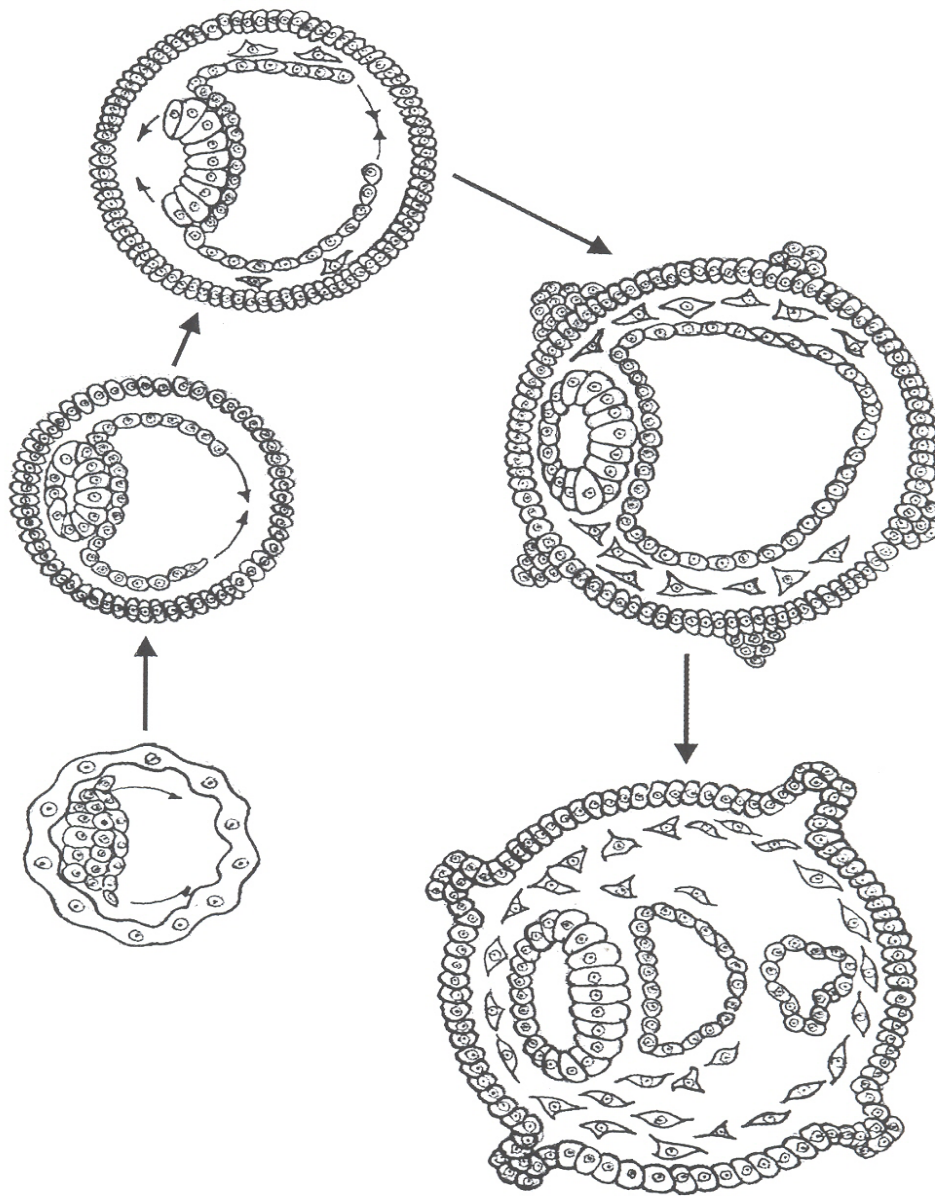


Figura 2-4



[illegible]

PRÁCTICA 3

DESARROLLO DE LA MORFOLOGÍA EXTERNA DEL EMBRIÓN Y DEL FETO

Competencias y habilidades

El alumno demostrará su conocimiento mediante la observación, agrupación y denominación de embriones y de fetos correlativos a diversas edades, de acuerdo a las características externas de un individuo, en los periodos embrionario y fetal. Además deducirá la importancia de cada etapa, tanto en la formación de un individuo como en la práctica profesional del área de Ciencias de la Salud.

Fundamento teórico

PERIODO EMBRIONARIO

Cuarta semana de la gestación

En el transcurso de la cuarta semana ocurren grandes cambios en el cuerpo del embrión: al inicio mide entre 2 y 3.5 mm de largo, es casi recto y tiene entre 4 y 12 pares de somitas que producen notables elevaciones respecto de su superficie dorsal; se forma el tubo neural, aunque queda muy abierto por los neuroporos rostral y caudal. Hacia el día 24, el embrión está ligeramente curvo por los pliegues cefálico y caudal; el primero y segundo par de arcos branquiales son visibles; el corazón produce una gran prominencia ventral y bombea sangre. Hacia el día 26, el embrión tiene la característica forma de C, el cerebro anterior produce una notable elevación, se cierra el *neuroporo rostral* y se observan tres pares de arcos branquiales y una cola larga. Entre los días 26 y 27 es posible identificar las yemas de los miembros superiores como pequeñas tumefacciones en las paredes ventrolaterales del cuerpo; también se observan los primordios de los oídos internos (*fóveas óticas*), y a los lados de la cabeza son visibles las placodas de los cristalinos. Hacia el día 28 se cierra el neuroporo posterior y se observa el cuarto par de arcos branquiales, las yemas de las extremidades inferiores y una cola atenuada.

Quinta semana de la gestación

Durante la quinta semana, el embrión tiene de 30 a 35 pares de somitas. Durante este periodo sufre mínimos cambios en su morfología externa, en comparación con los que ocurrieron la semana anterior. El crecimiento de la cabeza excede al de otras regiones por el desarrollo rápido del cerebro y de las prominencias faciales, y la cara entra en contacto con la prominencia cardíaca. El segundo arco branquial o hioideo tiene un crecimiento acelerado y llega a rebasar al tercero y al cuarto, y así forma el seno cervical en cada lado. En esta semana, las yemas de los miembros superiores parecen paletas y las de los miembros inferiores aletas.

Sexta semana de la gestación

En la sexta semana, empieza a formarse el pabellón auricular alrededor del conducto auditivo externo, originado por el primer surco branquial. Ahora es visible el ojo, debido primordialmente a que ya ha aparecido el pigmento de la retina. La cabeza es mucho mayor que el tronco y, por

el acodamiento del cuello, se inclina más sobre la gran prominencia cardíaca. Los miembros superiores muestran una diferenciación regional, se desarrollan los codos, y, en las placas de las manos, los primordios de los dedos como rayos digitales. Por último: el desarrollo de los miembros inferiores concluye a la siguiente semana.

Séptima semana de la gestación

En esta semana, los miembros cambian notablemente: aparecen surcos entre los rayos digitales de las placas de las manos. La comunicación entre el intestino primitivo y el saco vitelino se reduce a un conducto relativamente escueto: el tallo vitelino. Dado al acelerado crecimiento del intestino, y en virtud de que la cavidad abdominal es muy pequeña, se produce la herniación abdominal, en la cual penetra el intestino primitivo medio en la porción proximal del cordón umbilical.

Octava semana de la gestación

Durante la octava semana aparece el plexo vascular del cuero cabelludo que forma una banda alrededor de la cabeza. Los párpados son más visibles, ya que está en proceso de cierre, y al final de esta semana comienzan a unirse por fusión epitelial. Los pabellones auriculares empiezan a adquirir su aspecto definitivo, pero su implantación todavía es baja. Se establece claramente la región del cuello, el intestino aún se encuentra en la porción proximal del cordón umbilical y desaparece el vestigio de la cola. Los dedos de las manos están separados por completo, mientras que los pies, de tener surcos entre los rayos digitales en forma de abanico, durante esta semana pasan a tener dedos bien definidos. Todas las regiones de los miembros son perceptibles y las manos y los pies se aproximan centralmente. En pocas palabras: ahora el embrión ya manifiesta obvias características humanas; pero la cabeza es desproporcionadamente grande y constituye casi la mitad del cuerpo del embrión.

PERIODO FETAL

Inicia hacia la novena semana después de la fecundación y terminará con el nacimiento. Aunque los cambios que ocurren no son tan vertiginosos como los que se observan en el periodo embrionario son importantes y se caracterizan por la lentitud relativa del crecimiento cefálico, comparada con el cuerpo, y por la diferencia de tejidos y órganos, así como por el aumento de peso durante las últimas semanas de vida fetal.

La longitud del feto suele expresarse como longitud vértex-coxis VC o vértex-nalga VN (talla en posición de sentado) o longitud vértex-talón VT (medida desde el vértice del cráneo hasta el talón (talla en posición de pie). Estas medidas, expresadas en centímetros o milímetros, se correlacionan con la edad del feto expresada en semanas o meses.

Semanas 9 a 12

La cabeza representa la mitad del tamaño del feto, la cara es ancha, los ojos están muy separados, la implantación de las orejas es baja. Hacia la décima segunda semana, el cuerpo duplica su longitud, mientras la cabeza crece más lentamente. En este periodo, el cuello se alarga y se extiende, de manera que la barbilla deja de estar en contacto con el cuerpo, los párpados se unen y se fusionan. Los ojos permanecen cerrados hasta la semana 25.

PRÁCTICA 3. DESARROLLO DE LA MORFOLOGÍA EXTERNA DEL EMBRIÓN Y DEL FETO

Los miembros superiores llegan a ser desproporcionadamente grandes, y se inicia el desarrollo de uñas en dedos de manos.

El intestino medio, que estaba herniado dentro del cordón umbilical, regresa a la cavidad abdominal que ha aumentado su volumen (semana 10). En la novena semana, los genitales externos aún son indiferenciados. Para la semana 12 se establece plenamente la diferencia entre varones y mujeres.

Semanas 13 a 16

Continúa el rápido crecimiento. Hacia la semana 16, la cabeza es relativamente pequeña en comparación con la del feto de 12 semanas. Las extremidades inferiores se alargan y se inicia el desarrollo de las uñas de los pies. En la cabeza erguida, los ojos se han desplazado hacia la parte anterior (frontalización), el oído externo se ha diferenciado y se ha desplazado hacia la parte lateral de la cabeza desde su posición inicial en la parte superior del cuello. Se determina el patrón de cabello del cuero cabelludo.

Semanas 17 a 20

El crecimiento se torna más lento. El feto ya ha alcanzado las proporciones relativas finales de las partes de los miembros inferiores. Las glándulas sebáceas se activan. La vernix caseosa o unto sebáceo forma una cubierta para proteger la piel de la maceración del líquido amniótico. Se forma la grasa parda. La madre llega a ser consciente de los movimientos fetales (avivamiento). A las 20 semanas ya es posible observar las cejas y el cabello de la cabeza. El cuerpo está cubierto de lanugo, que ayuda a retener el unto sebáceo en la piel.

Semanas 21 a 25

En este periodo, el feto experimenta aumento notable de peso; sin embargo aún es delgado. La piel puede estar muy arrugada debido a la falta de grasa subcutánea y al relativo aumento del crecimiento de aquélla. Los párpados y las cejas están bien desarrolladas. El lanugo se oscurece y se incrementa la vernix caseosa. Las uñas están presentes. A partir de la semana 24 se ha empezado a secretar el agente tensoactivo, por lo que los fetos nacidos a partir de la semana 25 pueden ser viables.

Semanas 26 a 29

Los ojos se abren nuevamente. El cabello se alarga. El feto engorda y adquiere un aspecto más redondeado a medida que se acumula grasa subcutánea.

Semanas 30 a 34

El cuerpo va engordando por la presencia de grasa subcutánea. La piel es lisa y tiene color rosáceo. Las extremidades superiores e inferiores tienen un aspecto rechoncho. Las uñas en las manos han alcanzado la punta de los dedos. Los testículos están descendiendo. Los fetos que nacen prematuramente en este periodo suelen sobrevivir.

Semanas 35 a 38

El cuerpo es rollizo y rechoncho. Hacia la semana 36, las circunferencias de la cabeza y el abdomen son casi idénticas. En la semana 37, por lo general, la medición del pie fetal es mayor que la longitud femoral. Desaparece casi todo el lanugo, y la piel está cubierta por la vernix caseosa. El tórax es prominente, y con frecuencia las mamas sobresalen ligeramente en ambos sexos. El ombligo está centrado en el abdomen. Los testículos han descendido al interior del escroto, pero los ovarios aún están por encima del estrecho superior de la pelvis. Las uñas de los pies han alcanzado la punta de los dedos.

En la última etapa del periodo fetal, el producto prepara los tejidos, órganos, sistemas y aparatos (en especial el respiratorio y el cardiovascular) para la transición del ambiente intrauterino al extrauterino.

El Cuadro 3-1 muestra las variaciones en aumento de la longitud y peso durante el periodo fetal.

Cuadro 3-1

Edad (semanas)	V-N (cm)	Peso (g)
9 a 12	5-8	10-45
13 a 16	9-14	60-200
17 a 20	15-19	250-450
21 a 24	20-23	500-850
25 a 28	24-27	900-1300
29 a 32	28-30	1400-2100
33 a 36	31-34	2200-2900
37 a 38	35-36	3000-3400

Fuente: Salder, T. W., *Langman, Embriología médica*, 10.^a edición, México, Editorial Panamericana, 2006.

Bibliografía

- CARLSON, B. M., *Embriología humana y biología del desarrollo*, 4.^a edición, España, Editorial Elsevier Mosby, 2009, pp. 27-62.
- GARCÍA, M. R., L. A. Rodríguez y F. J. I. Sotelo, *Biología del desarrollo prenatal humano. Prácticas de laboratorio*, 1.^a edición, Universidad Autónoma de Zacatecas / Dosfilos Editores, 2004, pp. 69-76.
- MOORE, L. K., *Embriología clínica*, 9.^a edición, Canadá, Editorial Elsevier, 2013, pp. 27-40.
- SADLER, T. W., *Langman: Embriología médica con orientación clínica*, 10.^a edición, México, Editorial Médica Panamericana, 2006.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

PRÁCTICA 3. DESARROLLO DE LA MORFOLOGÍA EXTERNA DEL EMBRIÓN Y DEL FETO

Bata, manual de prácticas, lápiz, sacapuntas, pluma, lápices de colores, cubrebocas, guantes de cirujano, cinta métrica.

Material que deberá proporcionar el laboratorio:

Fetos, embriones de pollo, balanza, vaso de precipitado, formol, etiquetas, papel de estraza.

Actividades previas a la práctica

1. Antes del inicio de la práctica, el alumno deberá buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Embrión:

Feto:

Vérnix:

Branquial:

Seno:

Morfología:

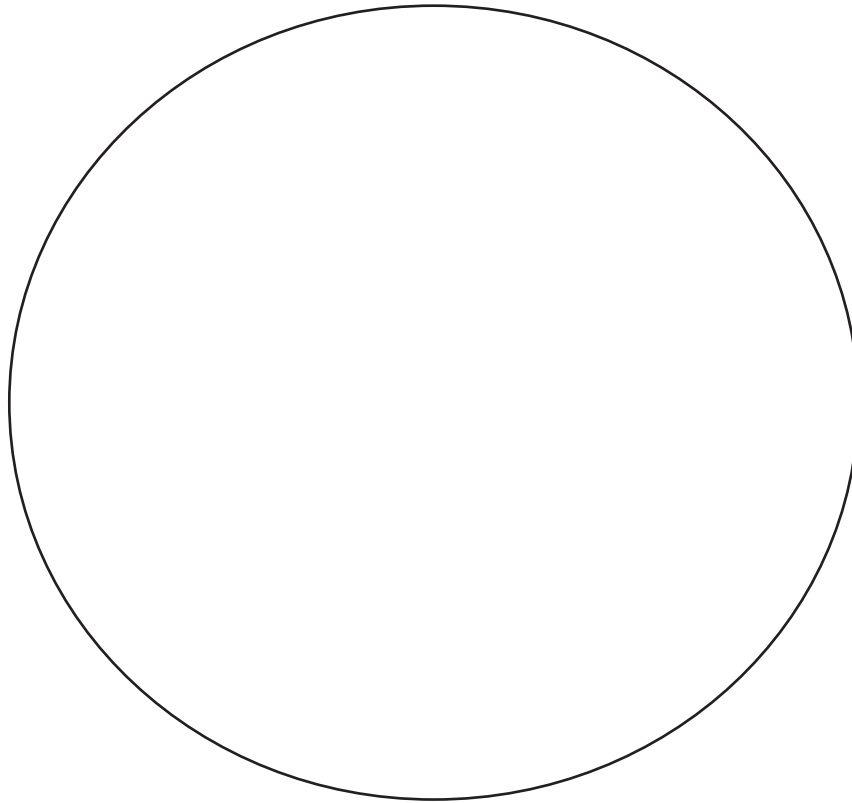
Tumefacción:

Yema:

Herniación:

Morfología externa del embrión

Figura 3-1. Embrión de pollo



Descripción

PRÁCTICA 4

MÉTODOS HISTOLÓGICOS Y TEJIDOS BÁSICOS

Competencias y habilidades

El alumno identificará las características morfológicas de los cuatro tejidos básicos (epitelial, conectivo, muscular y cardíaco). Asimismo conocerá la utilidad de la técnica histológica como herramienta para llegar a un diagnóstico y conocerá el manejo de muestras para un estudio histopatológico. Finalmente determinará la importancia que tienen estos conocimientos en el área de Ciencias de la Salud.

Fundamento teórico

MÉTODOS DE ESTUDIO HISTOLÓGICO

Se denomina técnica histológica al conjunto de procedimientos aplicados a un material biológico (animal o vegetal) con la finalidad de prepararlo y conferirle las condiciones óptimas para poder observar, examinar y analizar sus componentes morfológicos a través del microscopio óptico.

PROCEDIMIENTOS INMEDIATOS O VITALES

Tiene como propósito la observación y el estudio de los protozoarios, células sanguíneas, células descamadas o disociadas y suspendidas en los líquidos de su hábitat natural (agua dulce, agua de mar, suero sanguíneo, linfa, etc.) u otro que reemplace a los anteriores (solución salina equilibrada). Suele utilizarse el microscopio para una observación óptima.

PROCEDIMIENTOS MEDIATOS O POSTVITALES

Su finalidad consiste en preparar células, tejidos y órganos procedentes de seres en los que los procesos vitales se han detenido, por lo que es necesario conservar la estructura que tenían en vida.

PASOS QUE COMPRENDE LA TÉCNICA HISTOLÓGICA

a) Obtención de la muestra

Existen diversos procedimientos que hacen posible obtener muestras de tejidos y órganos para elaborar preparaciones histológicas de buena calidad.

Biopsia. Intervención quirúrgica que tiene por objeto extraer, *in vivo*, un fragmento de tejido o de un órgano para su análisis macro o microscópico. Puede ser incisional o parcial, excisional o total, por sacabocado, por punción y absorción, por raspado, por trepanación.

Piezas quirúrgicas. Procedimiento que consiste en la extirpación de un órgano o gran parte del mismo por medio de una intervención quirúrgica.

La autopsia o necropsia. Examen de los órganos después de la muerte, generalmente con el objetivo de determinar las causas del fallecimiento.

Raspado. Procedimiento, con fines diagnósticos o terapéuticos, que consiste en raer superficialmente un tejido y colocarlo en un portaobjetos; se puede obtener de lesiones externas, superficies mucosas o biopsias por incisión.

Citología. Material o muestras extraídas para estudio del contenido celular de líquidos (orina, pleural, peritoneal, LCR). Citología exfoliativa epitelial de mucosas. Citologías exfoliativas de aparato digestivo.

Impronta en fresco. (Por ejemplo: transoperatorios de diferentes tipos de tejidos. Cerebral, bazo).

Biopsia por aspiración con aguja fina (BAAF). Recolección a través de una aguja o jeringuilla de diferentes líquidos corporales (ascítico, sinovial, cefalorraquídeo, pulmonar, etc.), lesiones externas de tipo quístico o de masas sólidas, médula ósea o de órganos.

Manejo adecuado de la muestra

- Obtener una muestra de tamaño suficiente, no mayor a .5 cm de cada lado.
- Orientación del corte en forma de cuña, que abarque tejido sano y enfermo.
- Lavado suave y cuidadoso.
- Frascos separados e identificados adecuadamente con nombre del paciente, fecha de la toma de la muestra, tejido o pieza quirúrgica, probable diagnóstico, servicio y médico solicitante.
- Volumen muestra-fijador (1 a 20).

b) Fijación

Es un procedimiento que se utiliza para conservar, estabilizar y mantener la estructura de células y tejidos e impedir que ocurran las modificaciones *post mortem* que éstas puedan sufrir debido a los procesos autolíticos. Esto tiene como finalidad mantener su estructura morfológica sin que ocurran cambios notables en ellos. El proceso de fijación no sólo preserva los tejidos, deteniendo la autólisis, sino que también permite que los tejidos permanezcan sin cambios luego de subsecuentes tratamientos. Toda esta actividad la realizan los agentes físicos y químicos denominados *fijadores*. Estos últimos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1. Oxidantes, como el tetraóxido de osmio (ácido ósmico), bicromato de potasio, ácido crómico, bicloruro de mercurio o “sublimado corrosivo”, ácido pícrico, ácido acético y otros.
2. Reductores, como el formaldehído, glutaraldehído, alcohol metílico, entre otros.

Los fijadores son sustancias químicas que casi siempre se emplean diluidas y que, de acuerdo con su estado físico, pueden ser:

- Gaseosos: como el formaldehído.
- Líquidos: como el ácido acético, alcohol etílico o acetona.
- Sólidos: como el bicloruro de mercurio o el bicromato de potasio, entre otros.

El fijador más usado es el formol al 10%. Se prepara en una solución de 10 partes del formaldehído comercial (formol al 40%) con 90 partes de agua.

c) Procesamiento del tejido

1. *Deshidratación*: Los tejidos contienen grandes cantidades de agua, tanto intracelular como extracelular, que debe ser eliminada y remplazada por parafina. Se realiza, por lo general, con alcoholes de mayor a menor concentración, comenzando con alcohol al 70% hasta llegar a alcohol absoluto. Esto se hace porque si se colocara el tejido en una solución al 100% de alcohol inmediatamente, el agua saldría muy rápido del tejido y se deformaría.

2. *Aclaramiento o diafanización*. Una vez que se deshidrata el tejido, se traslada a una solución formada por una sustancia que es miscible tanto con el alcohol como con el medio de inclusión a utilizar (en la mayoría de los casos se utiliza, como medio de inclusión, parafina líquida, que es una mezcla de hidrocarburos del petróleo). La sustancia comúnmente utilizada es el *xileno* o *xilol*. Se denomina aclaramiento a este proceso, dado que el tejido se torna transparente o claro en el xileno. Esto se debe a que cambia su índice de refracción. El alcohol y el xileno disuelven los lípidos de la célula, y por ello al extraerse también se extraen las grasas y los lípidos de la célula.

3. *Infiltración*. Se logra al infiltrar la parafina líquida o cualquier medio de inclusión en estado líquido al tejido, el cual disuelve el medio de aclaramiento y penetra en el tejido.

d) Inclusión

Los tejidos fijados adquieren cierta consistencia y dureza, pero no la suficiente para que de ellos se puedan obtener secciones delgadas. Los tejidos tienen que ser incluidos y envueltos por una sustancia de consistencia firme. Las sustancias usadas para este fin son solubles en agua (gelatina, carbowax, metacrilato de glicol); otras lo son en solventes orgánicos (parafina, celodina, resinas epóxicas).

e) Microtomía o corte

Las secciones delgadas o cortes se realizan con ayuda de instrumentos mecánicos diseñados para que, en forma más o menos automática, seccionen el bloque de parafina en cortes delgados y de grosor uniforme aproximado de 3 a 5 micras. Una vez realizado el corte se recogen con ayuda de un pincel y se introducen en un baño de flotación que contiene agua a 45-50 °C, y se extienden por medio del calor la parafina y a la vez el tejido. En un portaobjetos se coloca un adherente (albúmina de Mayer, gelatina bacteriológica) con la finalidad de que, al quitar la parafina, el tejido esté pegado en el portaobjetos.

f) Tinción

El propósito de una tinción histológica es hacer fácilmente visibles las estructuras. Esta técnica permite diferenciar los componentes celulares (núcleo, citoplasma, gránulos secretorios, etc.) y la matriz extracelular (colágeno, etc.) Según el tipo de coloración que se escoja se podrán colorear los componentes que se requiere observar. La tinción más comúnmente utilizada es la hematoxilina y eosina, aunque para ver elementos del tejido más específicos se realizan tinciones especiales como: la tricrómica de Masson, la de Gomory, la de Mallory y otras como el azul alciano, azul de toluidina, orceína, etc.

La hematoxilina es un colorante nuclear que se comporta como un colorante básico al teñir los componentes ácidos de los tejidos. Por ejemplo, los núcleos celulares se observan de color

azul violáceo por su contenido de ADN. La eosina es un colorante citoplasmático, ácido, que tiñe los componentes básicos de los tejidos, por ejemplo, el citoplasma celular con distintas tonalidades de rosa.

La combinación de estos dos colorantes tiñe el citoplasma de color rosa; los músculos, de tonos rojizos a rosado fucsia; los glóbulos, de anaranjado o rojo, y la fibrina de rosa intenso. La hematoxilina tiñe los núcleos de azul oscuro, y es el colorante más utilizado. La tinción H y E muestra con nitidez la forma y la estructura del núcleo además de la forma y extensión de la célula.

g) Montaje

Las preparaciones histológicas, por lo general, se preservan en un medio de montaje, y se coloca sobre dichas preparaciones un cubreobjeto de vidrio.

El bálsamo de Canadá es el medio de montaje clásico, aunque en la actualidad existen medios sintéticos (albúminas sintéticas comerciales).

Tejidos básicos

A. TEJIDO EPITELIAL

Está conformado por células unidas estrechamente entre sí, las cuales, al integrarse, dan origen a membranas celulares encargadas de recubrir superficies o formar unidades celulares que sintetizan y secretan sustancias. En ciertos casos, las células se especializan en captar estímulos. Las características generales de los epitelios son las siguientes:

- Las células que los integran se hallan sólidamente interconectadas entre sí.
- Carecen de sustancia intercelular.
- No reciben irrigación sanguínea.
- Siempre se apoyan en una membrana basal.
- Subyacente a ellos, existe tejido conjuntivo ricamente vascularizado e innervado.
- Poseen polaridad funcional y permeabilidad selectiva para el transporte de sustancias.
- Se originan en cualquiera de las tres hojas blastodérmicas.

Clasificación de los epitelios

Por lo general, los epitelios se clasifican en tres grupos:

- Epitelios de revestimiento o cubierta (epitelios membranales).
- Epitelios glandulares o secretores.
- Epitelios sensoriales.

Epitelios de cubierta o revestimiento (membranales)

Están constituidos por una o varias láminas celulares continuas que se hallan estrechamente cohesionadas. Desempeñan la función de cubrir diversas superficies externas o internas del organismo y, a la vez, protegen el tejido conjuntivo que los sostiene y nutre.

PRÁCTICA 4. MÉTODOS HISTOLÓGICOS Y TEJIDOS BÁSICOS

Los epitelios que cubren membranas se clasifican de acuerdo con dos criterios:

1. Número de estratos o capas celulares que los integran:
 - Epitelios simples, constituidos por un sólo estrato de células.
 - Epitelios estratificados o compuestos, conformados por dos o más estratos de células.
2. Forma o contorno de las células del estrato más externo:
 - Planos, escamosos o pavimentosos.
 - Cúbicos.
 - Cilíndricos, columnares o prismáticos.

B. TEJIDO CONECTIVO

Se encuentra integrado por células y una matriz extracelular formada, a su vez, por una sustancia amorfa y componentes fibrilares, productos de la síntesis y secreción de las células del tejido conectivo.

Células del tejido conectivo

Derivan de las células mesenquimatosas; están inmersas en una matriz amorfa viscosa y en medio de finos elementos fibrilares que ellas mismas sintetizan y secretan.

Existen dos tipos de células del tejido conectivo: las *fijas o propias* (fibroblastos, fibrocitos, adipocitos o células adiposas y pericitos) y las *libres o migrantes*, células provenientes de la sangre que ejercen su acción en el tejido conectivo (monocitos-macrófagos, mastocitos o células cebadas, plasmocitos (o células plasmáticas) y leucocitos o glóbulos blancos).

Fibroblasto. Es la célula más común del tejido conectivo y la encargada de elaborar la matriz extracelular (amorfa y fibrilar).

Adipocito. Célula responsable de almacenar grasas o lípidos; es grande, esférica y muestra un reborde fino de citoplasma que rodea a una gran gota de grasa. Su núcleo se halla desplazado hacia la periferia.

Macrófagos. Los del tejido conectivo son células grandes (25 a 30 μm de diámetro), también conocidos como *histiocitos*. Poseen un núcleo ovalado con algunas escotaduras que, en conjunto, le dan aspecto arriñonado. Tienen su origen en *monocitos* que abandonan la circulación sanguínea para ejercer su acción fagocítica en la matriz extracelular del tejido conectivo.

Células cebadas o mastocitos. Son relativamente grandes, miden de 12 a 15 μm de diámetro, de forma ovalada y con un núcleo esférico central o excéntrico. Se localizan en la proximidad de pequeños vasos sanguíneos.

Células plasmáticas o plasmocitos. Miden de 10 a 15 μm de diámetro y tienen forma redondeada u ovalada. Poseen un citoplasma con basofilia intensa y un núcleo excéntrico, redondo y de heterocromatina dispuesta en grumos radiales. Las células plasmáticas son el resultado de la transformación que experimentan ciertas células de la sangre: los *linfocitos B*.

Otras células del tejido conectivo. En este grupo se incluyen varias células de la sangre que abandonan la circulación y ejercen su acción en el tejido conectivo. Entre ellas figuran los monocitos, que se transforman en macrófagos u otras células procesadoras y presentadoras de anti-

genos; los linfocitos (que por acción antigénica dan origen a dos grandes poblaciones: *linfocitos B* y *T*), los *eosinófilos* y los *neutrófilos*.

Matriz extracelular. Está integrada por una sustancia “amorfa” o básica y diversas fibras.

Sustancia “amorfa” o básica. Es un material líquido y viscoso que, dependiendo de la preponderancia de sus componentes y de la cantidad de moléculas de hidratación o impregnación que contenga, adquiere diversas consistencias: fluida y viscosa (tejido conectivo laxo), más o menos densa (matriz cartilaginosa) o totalmente dura (matriz ósea calcificada).

Fibras

Habitualmente se describen tres tipos de fibras que integran la matriz extracelular fibrilar: reticulares, colágenas y elásticas.

Fibras colágenas. Son las fibras más frecuentes en el tejido conectivo. Representan cerca del 20% del total de las proteínas del organismo. Forman haces de diferentes proporciones y en distintas disposiciones. Las fibras colágenas miden aproximadamente de 1 a 10 μm de diámetro; muy rara vez aparecen aisladas. Casi siempre se conectan con otras para formar haces finos o gruesos. Adquieren la tonalidad rosada con la coloración de hematoxilina-eosina; la azulada, con el tricrómica de Mallory o de Masson (con azul de anilina); verdosa con el tricrómica de Shorr, Reyes o Masson (con verde pálido) y rojiza con el tricrómica de Van Gieson.

Fibras reticulares. Se trata de fibras muy delgadas que forman redes finas tridimensionales (de allí su nombre: rete “red” *culum* “pequeña”. Se aprecian con el empleo de tinciones especiales, como las impregnaciones argénticas (Wilder, Bielchowsky, Gomory y otras); la impregnación argéntica las “tiñe” de color negro.

Fibras elásticas. Se conocen así porque poseen cierta capacidad de estiramiento. Con hematoxilina-eosina adquieren un color rosa pálido y son muy refringentes. Para visualizarlas se deben teñir con tinciones específicas: la orceína las colorea de marrón rojizo. La elastina es casi insoluble. Los fibroblastos elaboran las fibras elásticas, y, en las arterias, las fibras musculares lisas las sintetizan y secretan.

El tejido conectivo se puede clasificar como sigue:

1. Tejido conectivo embrionario.
 - a. Mesénquima.
 - b. Tejido conectivo mucoso.
2. Tejido conectivo maduro.
 - a. Tejido conectivo laxo.
 - i. Tejido conectivo areolar.
 - ii. Tejido adiposo.
 - iii. Tejido conectivo reticular.
 - b. Tejido conectivo denso.
 - i. Tejido conectivo denso regular.
 - ii. Tejido conectivo denso irregular.
 - iii. Tejido conectivo elástico.
 - c. Cartílago.
 - i. Cartílago hialino.
 - ii. Cartílago elástico.
 - iii. Fibrocartílago.
 - d. Tejido óseo.

PRÁCTICA 4. MÉTODOS HISTOLÓGICOS Y TEJIDOS BÁSICOS

- i. Tejido óseo compacto.
- ii. Tejido óseo esponjoso.
- e. Tejido conectivo líquido.
 - i. Tejido sanguíneo.
 - ii. Linfa.

C. TEJIDO MUSCULAR

El tejido muscular constituye del 40 a 50% del peso total del organismo humano. Se halla conformado principalmente por células musculares, también llamadas *miocitos* o *fibras musculares*, especializadas en la *contractilidad*. Existen dos clases de tejido muscular: *estriado* y *liso*. Las fibras del músculo estriado muestran, en su citoplasma, un patrón bien definido de bandas transversales o estrías fácilmente visibles con el microscopio, mientras que las fibras del músculo liso carecen de ellas y poseen un citoplasma con aspecto más homogéneo. Existen dos tipos de músculo estriado: *esquelético* y *cardíaco* o *miocardio*.

Tejido muscular esquelético

Principalmente conforma los músculos que cubren y se insertan en el sistema esquelético; tienen la función de la locomoción y el mantenimiento de la postura. Se denominan *voluntarios*. Cada músculo está envuelto por una capa resistente de tejido conectivo denso, llamada *epimisio*. El músculo se encuentra integrado por varios *fascículos*, que son grupos de *miocitos* envueltos en una capa de tejido conectivo más delgado, llamada *perimisio*. Cada miocito está rodeado, a su vez, por una fina capa de fibras reticulares, conocida como *endomisio*. A través de estas capas de tejido conectivo se distribuyen vasos sanguíneos que se encargan de la nutrición, y fibras nerviosas que regulan el funcionamiento del tejido muscular.

Los miocitos del músculo esquelético o *rabdiomiocitos* son células multinucleadas, cilíndricas y alargadas. Tienen un diámetro de 10 a 100 μm , y su longitud puede llegar a ser de varios centímetros; sus núcleos se localizan en posición periférica, por debajo de la membrana celular (llamada *sarcolema*).

El *sarcómero* es la unidad estructural y funcional contráctil; se define como el segmento de miofibrilla comprendido entre dos *líneas z* contiguas. Está constituido por proteínas, en particular actinina alfa.

Las fibras esqueléticas se hallan inervadas por terminaciones nerviosas, procedentes de las neuronas motoras de las astas anteriores de la médula espinal. Cada motoneurona, junto con las fibras musculares que inerva, forma una *unidad motriz*. Las terminaciones nerviosas o *placas motrices terminales* contienen múltiples vesículas sinápticas con acetilcolina (un éster de ácido acético y colina, que al ser liberado por exocitosis actúa como neurotransmisor), las cuales hacen contacto con zonas del sarcolema que poseen pliegues ricos en receptores para la acetilcolina (*hendiduras sinápticas primarias y secundarias*). La unión de una placa terminal con la hendidura sináptica conforma la *placa neuromotora*.

Tejido muscular cardíaco (miocárdico)

El tejido muscular cardíaco o miocardio se localiza sólo en el corazón y en las porciones proximales de la aorta y las venas cavas. El miocardio es un músculo de tipo *involuntario*; es decir,

sus contracciones no se controlan de forma voluntaria debido a que su regulación depende del sistema nervioso autónomo.

Las fibras musculares cardíacas o *cardiomiocitos* miden en promedio 15 µm de diámetro y 80 µm de longitud; tienen un solo núcleo en posición central. Los extremos de las fibras miocárdicas pueden estar ramificados (“apantalonados”) y se unen unos con otros por medio de *discos intercalares*. Estos discos constituyen interdigitaciones complejas entre células adyacentes con dos tipos principales de uniones especializadas que funcionan como sitios de interconexión de los sarcómeros con los extremos de la célula; a su vez, mantienen juntas a las células e impiden que se separen durante la contracción. El miocardio posee automatismo; es decir, tiene la capacidad de generar sus propios impulsos excitatorios.

Tejido muscular liso

Forma parte de la pared de la mayoría de los órganos huecos del organismo (estómago, vejiga, útero, vasos sanguíneos, etc.) Este tipo de músculo es esencial para el control del tamaño y la movilidad de la luz de dichos órganos y participa, entre muchas otras funciones, en mecanismos como la peristalsis rítmica del tubo digestivo, la cual facilita el traslado y digestión de los alimentos, o el tono vascular, que se ajusta para mantener una presión sanguínea arterial adecuada.

El músculo liso es de tipo involuntario y se halla formado por fibras musculares alargadas y ahusadas, también llamadas *leiomiocitos*. Estas fibras no contienen sarcómeros y, por ello, no poseen las estriaciones transversales características de los músculos esquelético y cardíaco; su núcleo es alargado (aspecto ovalado) y se encuentran en posición central. En el citoplasma se distribuyen filamentos gruesos de miosina, y delgados de actina.

D. TEJIDO NERVIOSO

Células del tejido nervioso

El SN constituye el tejido nervioso del cuerpo, se halla formado por células altamente especializadas (neuronas) y células de sostén (neuroglia).

Neuronas. Tienen núcleo esférico y grande, con uno y, en ocasiones, dos nucléolos. Por lo general, el núcleo se encuentra en el centro del *pericarion*, nombre que se da al citoplasma de estas células. El pericarion y el núcleo forman, en conjunto, el soma neuronal. Todas las neuronas poseen un rasgo en común: su soma tiene prolongaciones citoplásmicas. Estas últimas son de dos tipos. Algunas más o menos largas y profusamente ramificadas, se denominan *dendritas*, poseen pequeñas proyecciones conocidas como espinas dendríticas. La otra prolongación única, presente en cada neurona, es el *axón*, que parte habitualmente de una pequeña saliente del cuerpo celular o de la primera porción de una dendrita, punto que recibe el nombre de iniciación o *cono axónico*. Muestra ramificaciones (ramas colaterales) en algunos tramos y ramificaciones terminales o *telodendritas* en la porción final; además, puede cubrirlo una vaina de mielina que tiene una doble función: proteger y transmitir con mayor rapidez los impulsos nerviosos.

La mielina está formada por los oligodendrocitos, en el Sistema Nervioso Central (SNC), o por las células de Schwann, en el Sistema Nervioso Periférico (SNP) Y cubre ciertas zonas del axón.

Las neuronas se pueden clasificar, de acuerdo al número de sus prolongaciones, en cuatro tipos: unipolares, bipolares, pseudounipolares y multipolares. Sin embargo, si se atiende a su función, también pueden clasificarse en sensitivas (reciben estímulos sensoriales y los transmiten al

SNC), motoras (el impulso se genera en el SNC y las neuronas lo transmiten a músculos, glándulas y otras neuronas) e interneuronas (que están situadas dentro del SNC, sirven como interconectores y establecen circuitos neuronales entre las neuronas motoras y las sensitivas; se conocen también como neuronas internunciales).

Neuroglia. Anteriormente se creyó que estas células del tejido nervioso tenían como función unir y sostener a las neuronas (de allí su nombre, derivado de las raíces griegas *neuro* “nervio” + *glía* “pegamento”). Las células consideradas en este grupo son: astrocitos, oligodendrocitos, microglia y células endoteliales en el SNC, y las células de Schwann y las satélites en el sistema nervioso periférico.

Astrocitos. Son células de cuerpo redondeado con prolongaciones protoplásmicas radiales; su núcleo es de mayor tamaño que el de otras células gliales del SNC. De manera característica, una o varias prolongaciones de estas células están en contacto con los vasos sanguíneos mediante un ensanchamiento de la porción terminal de sus prolongaciones, con lo que forman los llamados pies perivasculares.

En el tejido nervioso se reconocen dos tipos de astrocitos:

1. Protoplásmicos (están presentes en la sustancia gris).
2. Fibrosos (se hallan en la sustancia blanca).

Oligodendrocitos. Estas células tienen pocas prolongaciones y están menos ramificadas que los astrocitos. Tanto su cuerpo como su núcleo son también de menor tamaño. Existen tres tipos de oligodendrocitos: perineurales, perivasculares y fasciculares. Las vainas de mielina que rodean a las fibras nerviosas en el SNC se hallan integradas a estas células.

Microglia. Constituyen un tipo celular pequeño en comparación con los astrocitos; tienen un núcleo oscuro y finas prolongaciones con diminutas protuberancias características. Se encuentran en todo el SNC, a menudo sobre o cerca de los vasos sanguíneos, y forman parte del sistema fagocítico mononuclear. Se trata de células presentadoras de antígenos que reaccionan con actividad fagocítica en caso necesario; se cree que su origen es mesodérmico.

Células endoteliales. Este término designa a las unidades funcionales mínimas que forman el epitelio, que recubre la superficie interna de los ventrículos y del conducto del epéndimo; son cúbicas o cilíndricas, según sea la zona donde se localicen. En los ventrículos poseen cilios para favorecer la circulación del líquido cefalorraquídeo. Estas células se llaman también *tanicitos*.

Células de Schwann. Se diseminan por el SNP y proceden de las crestas neurales. Al igual que los oligodendrocitos, forman, alrededor de los axones, vainas de mielina, con la excepción de que cada célula de Schwann recubre un segmento del axón (fibra mielínica) o también varios axones, aunque sin formar la vaina de mielina (fibras amielínicas).

Bibliografía

- ABAD, M. J. *et al*, *La práctica histológica*, 2.^a edición, México, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2002, pp. 155.
- FORTOUL, Teresa y Andrés Castell, *Histología y biología celular*, 1.^a edición, México, Editorial McGraw-Hill, 2010.
- ROSS-PAWLINA, *Histología. Texto y atlas a color con biología celular y molecular*, 5.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2009.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual de laboratorio, lápiz, sacapuntas, pluma, lápices de colores.

Material que proporcionará el laboratorio:

Video del método histológico y tinción de rutina (H y E), observación física del equipo y material de laboratorio (opcional), microscopio (opcional), laminillas (opcional), cañón, computadora.

Actividades previas a la práctica

Antes de efectuar la práctica, el alumno debe buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Procesador de tejidos:

Micrótomos:

Baño de flotación:

Criostato:

Muestra de tejido:

Pseudoestratificación:

Estratificado:

PRÁCTICA 4. MÉTODOS HISTOLÓGICOS Y TEJIDOS BÁSICOS

Epitelio de transición:

Colágeno:

Fibras reticulares:

Fibras elásticas:

Epimisio:

Perimisio:

Endomisio:

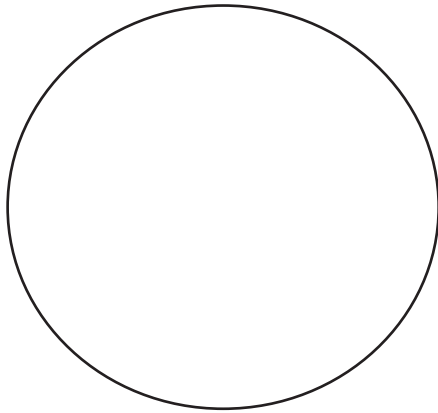
Microglia:

Macroglia:

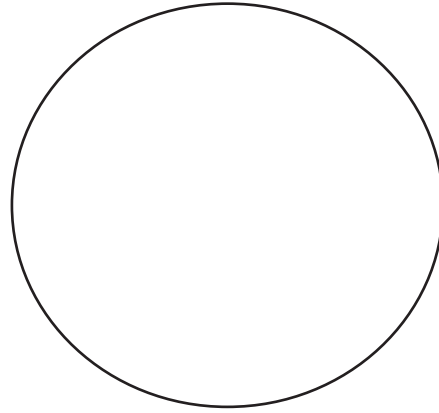
Actividades de la práctica

1. Ver un video de veinte minutos que muestre todo el proceso del método histológico, así como de los pasos para la tinción de rutina (H y E).
2. Observar e identificar imágenes y/o preparados histológicos en el microscopio óptico; realizar esquemas (dibujos) de los cortes observados y responder las preguntas correspondientes a las laminillas.

Observación de laminillas



Laminilla 1



Laminilla 2

<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>
<hr/>	<hr/>

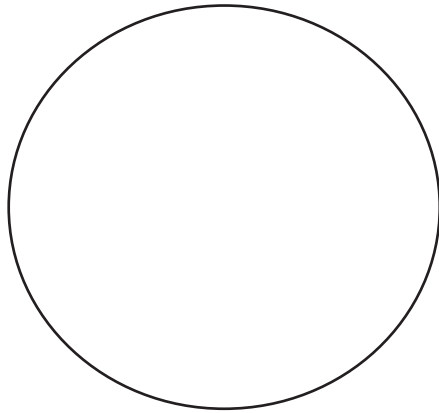
A) Describir las características del epitelio plano estratificado queratinizado que aparece en la Laminilla 1:

B) Describir y explicar brevemente la coloración que se adquiere en este corte (Laminilla 1) por acción de la hematoxilina:

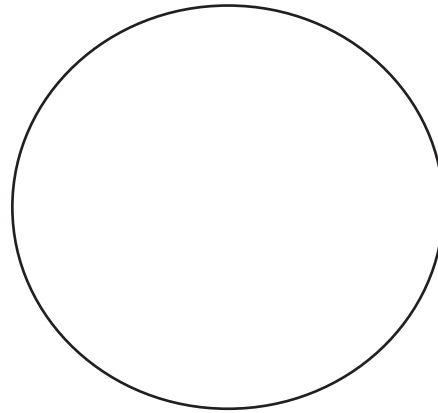
C) Con base en la observación de la Laminilla 2, describir la forma en que hace resaltar las fibras de colágeno y los fibroblastos de las demás estructuras del corte, la tinción tricrómica de Masson y explicar por qué.

PRÁCTICA 4. MÉTODOS HISTOLÓGICOS Y TEJIDOS BÁSICOS

Observación de laminillas



Laminilla 3



Laminilla 4

_____	_____
_____	_____
_____	_____

D) A partir de la observación de la Laminilla 3, describir cuáles son las características de las estructuras que componen el músculo esquelético en este tipo de corte.

E) Describir y explicar brevemente la coloración que se adquiere en este corte (Láminilla3) por acción de la eosina:

F) Explicar, conforme a la observación de la Laminilla 4, cómo actúan la tinción de Fontana y la de Masson en las estructuras que constituyen las neuronas piramidales de la corteza cerebral e identificar y describir dichos componentes:

Cuestionario

1. ¿Cuál es la diferencia entre músculo liso y estriado?

2. ¿Cuáles son las características histológicas del músculo cardíaco?

3. ¿Cómo se clasifican las neuronas de acuerdo con la cantidad de prolongaciones?

4. De las células de sostén, ¿cuáles poseen cilios para favorecer la circulación del líquido cefalorraquídeo?

5. ¿Cuáles son las fibras del tejido conectivo que no son observadas con tinción hematoxilina-eosina? ¿Por qué?

6. Explicar, en media cuartilla, a manera de conclusión, la importancia de las tinciones histológicas y la identificación de los tejidos básicos en el diagnóstico de los pacientes enfermos que serán atendidos por profesionales del área de la salud.

PRÁCTICA 5

SISTEMA NERVIOSO: EMBRIOLOGÍA E HISTOLOGÍA

Competencias y habilidades

El alumno comprenderá cómo se lleva a cabo el desarrollo embriológico e identificará los aspectos histológicos del sistema nervioso, mediante la observación de laminillas y la elaboración de esquemas.

Fundamento teórico

SISTEMA NERVIOSO

Está formado por un conjunto de estructuras funcionalmente especializadas, por medio de las cuales el organismo percibe y responde adecuadamente a los estímulos, tanto de su propio medio interno como del externo, con la finalidad de adaptarse a las distintas condiciones ambientales y, de esta manera, asegurar su supervivencia.

El sistema nervioso se encarga de percibir o captar con prontitud dichos estímulos y de transmitirlos mediante impulsos nerviosos, los cuales dan lugar a una respuesta adaptativa que regula los procesos corporales. También se le denomina sistema nervioso central, ya que tiene la función de percibir los distintos tipos de estímulos, generar conductas adecuadas y memorizar las experiencias vividas para dar inicio a los movimientos voluntarios.

Estructuras y funciones del sistema nervioso

El sistema nervioso consiste en una red compleja y muy organizada de miles de millones de células nerviosas llamadas neuronas, así como un número incluso mayor de células gliales. Las estructuras que lo forman son: **encéfalo**, nervios (pares) craneales y sus ramas, médula espinal, nervios raquídeos (espinales) y sus ramas, ganglios, plexos entéricos y receptores sensoriales. El **encéfalo** se encuentra en el cráneo y consta casi de cien mil millones de neuronas. Doce pares de **nervios craneales** (derecho e izquierdo), numerados del I al XII (obligatoriamente en números romanos), nacen en la base del encéfalo. Un **nervio** es un cordón de haces que contiene de cientos a miles de axones, así como tejidos conectivos y vasos sanguíneos acompañantes. Cada nervio cubre un trayecto específico y se distribuye en una región corporal particular.

La **medula espinal** constituye la parte más caudal del sistema nervioso central y tiene forma de un cordón nervioso casi cilíndrico, ligeramente aplanado en sentido anteroposterior; muestra dos ensanchamientos (intumescencias), uno ubicado en el segmento cervical y el otro en el segmento lumbar. Se extiende desde el agujero magno (agujero occipital) donde continúa en el bulbo raquídeo (médula oblonga) que establece su límite superior, mientras que el límite inferior se ubica en el vértice del **cono medular**, localizado entre la primera (1.^a) y segunda (2.^a) vértebras lumbares. La prolongación caudal del cono medular se denomina **filum terminal** y se halla al nivel de la segunda (2.^a) vértebra coccígea. La médula espinal está rodeada y protegida por los huesos de la columna vertebral y posee cerca de cien millones de neuronas. Tanto del lado derecho como del izquierdo de la médula emergen treinta y un pares de **nervios raquídeos**,

que dan lugar a la formación de plexos (uniones entre nervios) en los distintos segmentos de la columna vertebral, con excepción del torácico o costal, e inervan una región específica, ya sea del lado derecho o del izquierdo del cuerpo. Los **ganglios autonómicos** son masas pequeñas de tejido nervioso que contienen, sobre todo, cuerpos celulares de neuronas y se localizan fuera del encéfalo y la médula espinal. Se relacionan estrechamente con los nervios craneales y raquídeos. En las paredes de los órganos del aparato digestivo, los **plexos entéricos** forman una extensa red de neuronas que participan en la regulación de dicho aparato. Los **receptores sensoriales** son dendritas de neuronas sensoriales o células especializadas e independientes que perciben los cambios en el interior del cuerpo o en el entorno.

Con fines descriptivos, el sistema nervioso se divide, desde el punto de vista estructural, en sistema nervioso central y sistema nervioso periférico; funcionalmente, en sistema somático y sistema nervioso autónomo.

Desarrollo del sistema nervioso

Comienza en la tercera semana de gestación con el ensanchamiento de una porción del ectodermo, llamada placa neural, la cual se pliega hacia delante y forma un saco longitudinal, llamado surco neural. Los bordes elevados de la placa también se pliegan y dan origen a los pliegues neurales, que, al aumentar de tamaño, se unen para formar el tubo neural.

En la pared que circunda al tubo neural se diferencian tres capas de células: la externa o capa marginal que formará la sustancia blanca del sistema nervioso; la media o capa del manto, que contiene las células que se diferenciarán en la sustancia gris, y la interna o capa ependimaria, que incluye las células que darán lugar al conducto central de la médula espinal y a los ventrículos cerebrales.

La cresta neural, que es una masa de tejido ubicada entre el tubo neural y la piel del ectodermo, se diferencia y luego da origen a los ganglios posteriores de la médula espinal, los nervios espinales, los ganglios de los pares craneales, los nervios craneales, los ganglios del sistema nervioso autónomo, la médula suprarrenal y las meninges.

Por la aparición de dos constricciones, la parte anterior del tubo neural se expande y divide en tres regiones, conocidas como vesículas encefálicas primarias: *prosencefalo* (cerebro anterior), *mesencefalo* (cerebro medio) y *romboencefalo* (cerebro posterior).

El mesencefalo forma el cerebro medio y el acueducto mesencefálico (o de Silvio). Tanto el prosencefalo como el romboencefalo se subdividen y dan lugar a las vesículas encefálicas secundarias. El prosencefalo se diferencia en telencefalo y diencefalo, y el romboencefalo, en metencefalo y mielencefalo.

Tanto el cerebro como los ventrículos laterales provienen del telencefalo; el tálamo, hipotálamo y epítalamo se desarrollan a partir del diencefalo; la protuberancia (puente), el cerebelo y la parte superior del cuarto ventrículo provienen del metencefalo. Finalmente el bulbo raquídeo y la parte inferior del cuarto ventrículo derivan del mielencefalo.

Desarrollo de la médula espinal

La médula espinal comienza su desarrollo en la cuarta semana, a partir de la parte caudal del tubo neural, por debajo de romboencefalo. Al principio, la pared del tubo se encuentra formada por células neuroepiteliales que se extienden por toda la pared y forman un epitelio cilíndrico pseudoestratificado. La luz del tubo neural se estrecha hasta formar un conducto central (*conducto*

ependimario). Las células neuroepiteliales formarán, de lo más interno a lo más externo, una zona ventricular (*capa ependimaria*), la zona intermedia o del manto y la *zona marginal*.

Por su parte, la zona ventricular dará lugar a las neuronas, astrocitos y oligodendrocitos, y, junto con la zona intermedia, formará la sustancia gris. La zona marginal originará la sustancia blanca y dará cabida a los axones, que entran y salen de la sustancia gris.

En la zona intermedia, a cada lado de la luz del tubo, se forman dos engrosamientos: uno dorsal, las placas alares, que darán origen a las astas posteriores (sensitivas); el segundo engrosamiento, a las placas basales que organizarán las astas anteriores (motoras), de donde parten los impulsos nerviosos.

Histología del sistema nervioso

Según la teoría neuronal, cada neurona constituye una unidad estructural y funcional. Se da el nombre de neurona a la célula nerviosa y sus prolongaciones. Se trata de células excitables que se especializan en la recepción y conducción de los impulsos nerviosos. Varían considerablemente de tamaño y forma, pero todas se hallan integradas por un cuerpo celular, a partir de cuya superficie se proyectan una o más prolongaciones (*neuritas*).

Dendritas: son las responsables de recibir la información y conducirla al cuerpo celular.

Axón: neurita tubular, larga y única que conduce los impulsos desde el cuerpo celular.

Las dendritas y los axones se conocen como fibras nerviosas.

Las neuronas se encuentran en el encéfalo, la médula espinal y los ganglios. En el individuo maduro las neuronas no se dividen ni se replican. Se les clasifica según su tamaño en:

1. Neuronas Golgi tipo I largas;
2. Neuronas Golgi tipo II cortas.

Células de la neuroglia

Hay seis tipos de neuroglia, y cada uno desempeña una función única. Cuatro de estos tipos se encuentran sólo en el sistema nervioso central, y dos en el nervioso periférico. En el primero de éstos se localizan:

- A) **Oligodendrocitos.** Se localizan en la sustancia gris y preferentemente en la sustancia blanca, donde forman la vaina de mielina de las fibras nerviosas centrales.
- B) **Ependimiocitos.** Recubren las cavidades del encéfalo y la médula espinal; secretan y hacen circular el líquido cefalorraquídeo.
- C) **Microglia.** Estirpe de células de la neuroglia en forma de estrella o araña, caracterizada por tener un cuerpo oviodeo y prolongaciones finas. Algunas fagocitan y destruyen microorganismos, materia extraña y tejido nervioso muerto.
- D) **Astrocitos.** Cubren la superficie encefálica y las regiones no sinápticas de las neuronas y constituyen un marco de soporte en el SNC. Además inducen la formación de la barrera hematoencefálica, nutren a las neuronas, producen factores de crecimiento que estimulan a éstas, establecen una comunicación por medio de pulsos eléctricos con otras neuronas y pueden influir en las señales sinápticas. También eliminan K^+ y algunos neurotransmisores del líquido extracelular y forman el tejido cicatrizal para remplazar el tejido nervioso dañado.

En el sistema nervioso periférico se hallan:

- E) **Células de Schwann.** Forman el neurilema que rodea la vaina de mielina de las fibras del sistema nervioso periférico y mielina alrededor de todas ellas; participan en la regeneración de las fibras nerviosas dañadas.
- F) **Células satélite.** Rodean los somas de las neuronas en los ganglios nerviosos, proporcionan aislamiento eléctrico y regulan el entorno químico de las neuronas.

Cerebelo

La corteza cerebelosa se halla organizada en tres capas: la primera, situada en la parte superficial, es la capa molecular, que se caracteriza por tener neuronas pequeñas y fibras amielínicas (células estrelladas); la media, llamada capa de Purkinje, que está integrada por células grandes en forma de matraz en una sola hilera, y la capa granulosa, que consta de una a cinco hileras y que se halla en los epitelios pavimentosos estratificados, queratinizados, y se halla formada por células aplanadas (queratinocitos granulosos), que se singularizan por tener un núcleo pequeño y denso y un citoplasma que contiene gránulos de queratohialina, muy basófilos, y abundantes tonofilamentos asociados a los mismos.

Bibliografía

GARCÍA PELÁEZ, *Embriología humana y biología del desarrollo*, Editorial Médica Panamericana, 2013.
GARTNER, P. Leslie y James L. Hiatt, *Histología*, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2009.
MOORE, L. K., *Embriología clínica*, 8.^a edición, Canadá, Elsevier, 2008.
SALADIN, Kenneth S., *Anatomía y fisiología, la unidad entre forma y función*, 6.^a edición, McGraw-Hill Interamericana, 2013.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual de laboratorio, lápiz, sacapuntas, pluma, lápices de colores.

Material que proporcionará el laboratorio:

Microscopio, laminillas, cañón, computadora, maniqués de sistema nervioso.

Actividades previas a la práctica

1. Antes de la práctica el alumno deberá buscar y entender el significado de los siguientes términos:

PRÁCTICA 5. SISTEMA NERVIOSO: EMBRIOLOGÍA E HISTOLOGÍA

Sistema nervioso:

Neurona:

Neuroglia:

Dendrita:

Axón:

Soma:

Núcleo:

Sinapsis:

Mielina:

Células de Schwann:

Tracto:

Ganglio:

Endoneuro:

Perineuro:

Epineuro:

Cilios:

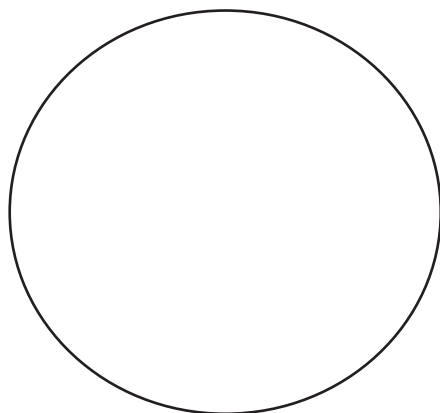
Ependimocito:

Actividades de la práctica

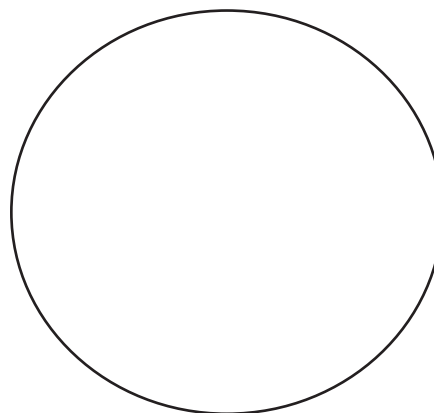
1. Observar las laminillas del tejido nervioso.

PRÁCTICA 5. SISTEMA NERVIOSO: EMBRIOLOGÍA E HISTOLOGÍA

Observación de laminillas



Laminilla 1



Laminilla 2

_____	_____
_____	_____
_____	_____

Cuestionario

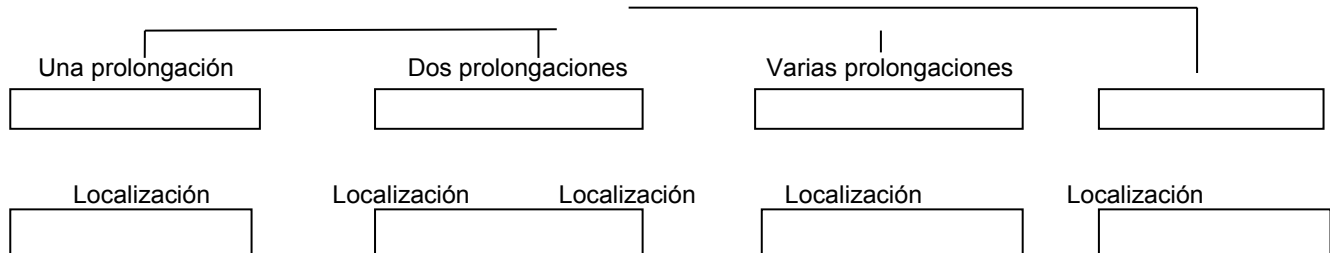
A) ¿Cuál es la diferencia entre sistema nervioso central y periférico?

B) De las células de sostén, ¿cuáles poseen cilio para favorecer la circulación del líquido cefalorraquídeo?

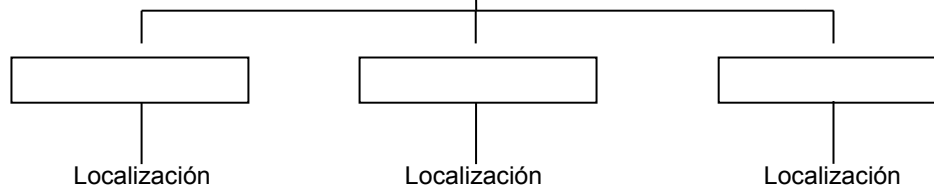
C) ¿Qué función desempeñan las neuronas?

2. Completar los siguientes esquemas de acuerdo a la clasificación de las neuronas, según su morfología, función y tamaño.

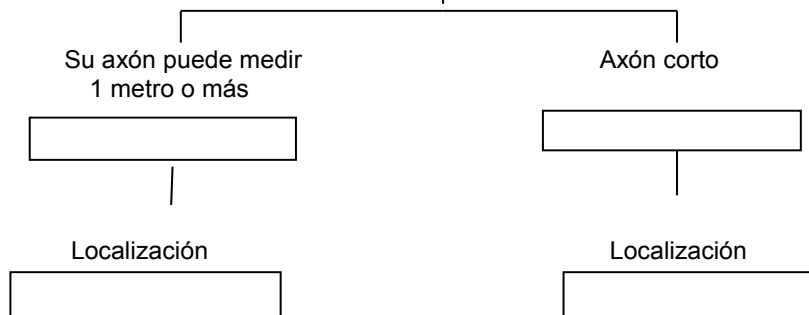
MORFOLOGÍA



Función

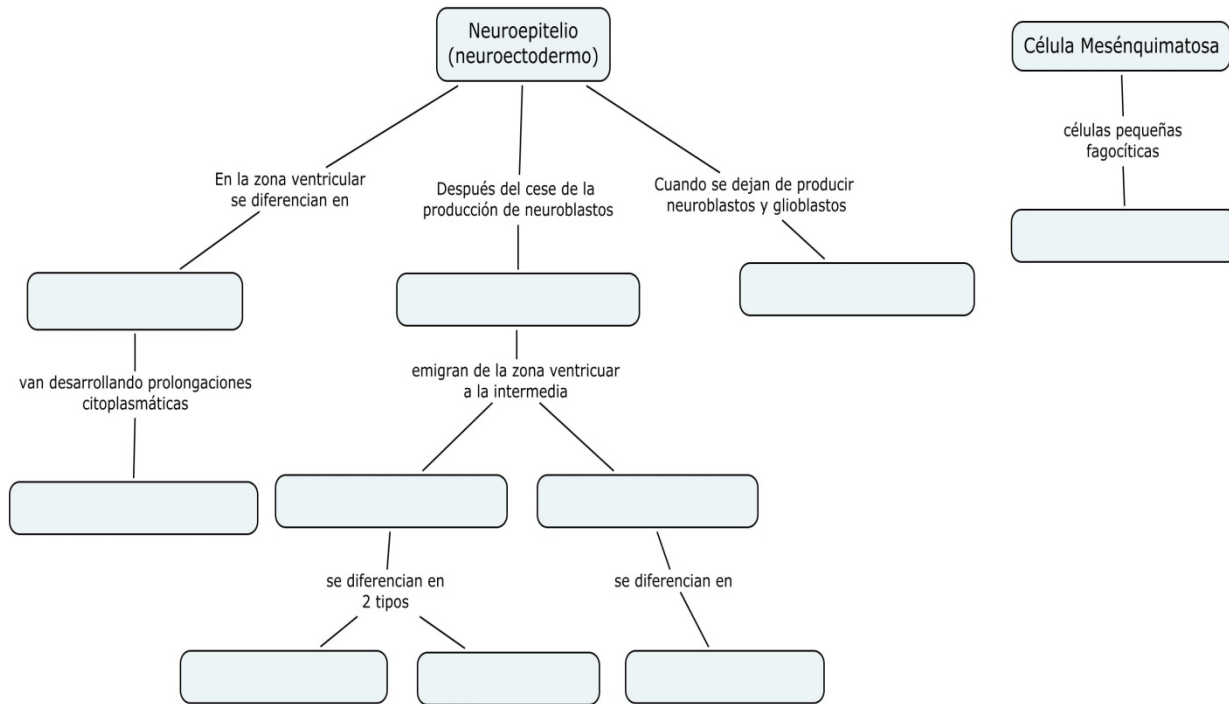


Tamaño



PRÁCTICA 5. SISTEMA NERVIOSO: EMBRIOLOGÍA E HISTOLOGÍA

3. Completar el siguiente marco conceptual sobre la histogénesis del sistema nervioso.



4. Explicar, a manera de conclusión, la importancia del conocimiento de la embriología e histología del sistema nervioso para los profesionales del área de ciencias de la salud.

PRÁCTICA 6

SISTEMA NERVIOSO: ANATOMÍA MACROSCÓPICA

Competencias y habilidades

El alumno identificará, mediante la observación macroscópica de diferentes modelados anatómicos, las características morfológicas de estas estructuras y deducirá la importancia del conocimiento para el profesional del área de ciencias de la salud.

Fundamento teórico

SISTEMA NERVIOSO

Está integrado por el encéfalo, la médula espinal (sistema nervioso central) y los nervios que los intercomunican, tanto con los órganos receptores como con los efectores, localizados en las estructuras somáticas o viscerales de la periferia (sistema nervioso periférico). El sistema nervioso tiene una estrecha interrelación con el resto de los aparatos y órganos del cuerpo, ya que regula su funcionamiento y hace posible la interacción del individuo con su entorno, así como el control homeostático ante las alteraciones internas (del propio organismo) o las externas, del medio. Su función principal consiste en conferirle unidad al ser humano, de manera que todos sus órganos y aparatos participen de manera coordinada en cada una de sus acciones, desde la más elemental hasta la más compleja.

Estructuras y funciones del sistema nervioso

El sistema nervioso consiste en una red compleja y muy organizada de miles de millones de neuronas, así como en un número incluso mayor de células gliales. Las estructuras que lo forman son: encéfalo, nervios (pares) craneales y sus ramas; médula espinal, nervios raquídeos (espinales) y sus ramas; ganglios, plexos entéricos y receptores sensoriales. El encéfalo se encuentra alojado en el cráneo y consta casi de cien mil millones de neuronas. Doce pares de nervios craneales (derecho e izquierdo), numerados del I al XII (obligatoriamente en número romano) nacen en la base del encéfalo. Un *nervio* es un cordón de haces que contiene de cientos a miles de axones, así como tejidos conectivos y vasos sanguíneos acompañantes. Cada nervio cubre un trayecto específico y se distribuye en una región corporal particular.

La *medula espinal* corresponde a la parte más caudal del sistema nervioso central. Tiene forma de un cordón nervioso casi cilíndrico, ligeramente aplanado en sentido anteroposterior. Muestra dos ensanchamientos (intumescencias), una ubicada en el segmento cervical y la otra en el segmento lumbar. Se extiende desde el agujero magno (agujero occipital) donde continúa con el bulbo raquídeo (médula oblonga) que establece su límite superior, mientras que el límite inferior se ubica en el vértice del **cono medular**, localizado entre la primera y segunda vértebras lumbares. La prolongación caudal del cono medular se denomina filum terminal y se halla a nivel de la segunda vértebra coccígea. La médula espinal está rodeada y protegida por los huesos de la columna vertebral y posee cerca de cien millones de neuronas. Tanto del lado derecho como del izquierdo de la médula emergen treinta y un pares de nervios raquídeos que dan lugar a la

formación de plexos (uniones entre nervios) en los distintos segmentos de la columna vertebral con excepción de la torácica o costal e inervan una región específica, ya sea del lado derecho o izquierdo del cuerpo. Los ganglios autonómicos son masas pequeñas de tejido nervioso que contienen, sobre todo, cuerpos celulares de neuronas y se localizan fuera del encéfalo y la médula espinal. Se relacionan estrechamente con los nervios craneales y raquídeos. En las paredes de los órganos del aparato digestivo, los **plexos entéricos** (Meinssner y Auerbach) forman una extensa red de neuronas que participan en la regulación de dicho aparato. Los *receptores sensoriales* son dendritas de neuronas sensoriales o células especializadas e independientes que perciben los cambios en el medio interno o en el entorno.

Con fines descriptivos, el sistema nervioso se divide, desde el punto de vista estructural, en sistema nervioso central y sistema nervioso periférico; funcionalmente, en sistema somático y sistema nervioso autónomo.

Anatomía macroscópica

El encéfalo presenta cuatro porciones principales: el tronco encefálico, cerebelo, diencefalo y cerebro.

Tronco del encéfalo o tronco encefálico

Es la parte comprendida entre la médula espinal y el diencefalo; está conformada por el bulbo raquídeo, protuberancia y el mesencéfalo.

Bulbo raquídeo (médula oblonga). Presenta una cara anterior, dos caras laterales y una cara posterior. En la cara anterior se localiza el surco ventral y, a los lados, las pirámides. Por detrás de esta localizamos el surco colateral anterior con el origen aparente del XII par craneal. Por detrás localizamos la oliva, y por detrás de ésta localizamos el surco colateral posterior con el origen aparente de arriba hacia abajo de; IX, X y XI pares craneales. En las caras laterales localizamos el tuber cinereum. En la cara posterior localizamos los fascículos grácil y cuneiforme, y en la parte media, el surco dorsal. En la parte superior de los fascículos están las eminencias de los núcleos grácil y cuneiforme.

Protuberancia (puente de Varolio). En la cara anterior localizamos el surco basilar, donde está el tronco basilar. El límite entre cara anterior y lateral es la emergencia del V par craneal en la cara anterior del puente. Las caras laterales están constituidas por los pedúnculos cerebelosos medios.

Mesencéfalo. La cara anterior del mesencéfalo está constituido por los pedúnculos cerebrales, los cuales tienen, en su parte media la fosa interpeduncular (espacio perforado posterior), el cual, en la parte inferior, tiene la emergencia del III par craneal.

Cerebelo

Se encuentra situado en la fosa craneal posterior, debajo de la tienda del cerebelo, por detrás de la protuberancia y del bulbo, y separada de ellos por el cuarto ventrículo, al que sirve de techo. Está constituido por la cara superior, situada debajo de la tienda, y la cara inferior, en relación a la fosa cerebelosa, así como por la cara anterior (en relación a su parte lateral), la cara postero-superior de la roca del temporal y una parte media en relación al cuarto ventrículo.

Filogenéticamente está constituido por el arquicerebelo (lóbulo floculonodular), paleocerebelo (hemisferio anterior y vermis superior), neocerebelo (hemisferio posterior y vermis inferior).

Diencefalo

Vesícula cefal de división del prosencéfalo que se halla situada entre el tronco del telencéfalo y el mesencéfalo, uniéndolos; rodea al tercer ventrículo y comprende al *tálamo*, *hipotálamo* y al *epitálamo*. El tálamo mide alrededor de 3 cm de largo y representa el 80% del diencefalo; está constituido por masas pares y ovaladas de sustancia gris dispuestas como núcleos entre tractos de sustancia blanca. El hipotálamo, que se encuentra por debajo del tálamo, es la parte más pequeña del diencefalo y lo forman una docena de núcleos organizados en cuatro regiones. El epitálamo es una pequeña región superior y posterior al tálamo, que a su vez está integrada por la glándula pineal o epífisis y los núcleos habenuares.

Cerebro

Es la parte más voluminosa del encéfalo. Se halla ubicado en la parte supratentorial del cráneo. Está constituido por los hemisferios cerebrales separados por la hoz del cerebro. Dichos hemisferios constan de una capa externa de sustancia gris y una región interna de sustancia blanca con núcleos grises en su interior. La capa externa de sustancia gris es la corteza cerebral que tiene un espesor de 2 a 4 mm y contiene millones de millones de neuronas.

Durante el desarrollo embrionario, a medida que el cerebro aumenta rápidamente de tamaño, la sustancia gris crece a mayor velocidad que la sustancia blanca. Esto ocasiona que la corteza se pliegue sobre sí misma, originando los giros o circunvoluciones. Las grietas más profundas se denominan fisuras; las más superficiales se conocen como surcos. Cada hemisferio cerebral se subdivide en cuatro lóbulos, que adquieren su nombre de acuerdo a los huesos que los cubren. Los hemisferios se conectan internamente mediante el *cuero calloso*, una ancha banda de sustancia blanca que contiene axones, los cuales se extienden de uno a otro hemisferio.

En determinadas regiones de la corteza cerebral se procesan señales específicas de naturaleza sensitiva, motora y de asociación. Las áreas sensitivas suelen percibir este tipo de estímulos y están vinculadas a la percepción y el conocimiento consciente de las sensaciones. Las áreas motoras inician los movimientos, y las áreas de asociación correlacionan con funciones de integración más complejas, como la memoria, las emociones, el razonamiento, la voluntad, el juicio, los rasgos personales y la inteligencia.

Nervios (pares) craneales

- I par OLFATORIO: origen aparente: bulbo olfatorio, y su origen real son las células de la mucosa olfatoria.
- II par OPTICO: origen aparente: quiasma óptico, y su origen real son las células ganglionares de la retina.
- III par OCULOMOTOR (MOTOR OCULAR COMÚN): su origen aparente es la parte medial e inferior de los pedúnculos cerebrales del mesencéfalo o la parte inferior del espacio perforado posterior. Su origen real es el núcleo del III par en el mesencéfalo y el núcleo accesorio de Edinger-Westphal.
- IV par TROCLEAR (PATÉTICO) su origen aparente es la parte inferior de los colículos inferiores. Su origen real es el núcleo del IV par en el mesencéfalo.
- V par TRIGÉMINO: su origen aparente es la cara lateral del puente. Su origen real son los núcleos mesencefálico, principal y espinal del trigémino y el núcleo motor de los músculos masticadores.

- VI par ABDUCENS (MOTOR OCULAR EXTERNO): tiene su origen aparente en el surco bulboprotuberencial, por arriba de las pirámides bulbares. Su origen real es el núcleo del VI par en el piso de la fosa romboidea en el puente.
- VII par FACIAL: tiene su origen aparente en el surco bulbo protuberencial, por afuera del VI par craneal. Su origen real son los núcleos motor del facial y salivatorio superior. Sensibilidad en el núcleo del haz solitario.
- VIII par VESTIBULO-COCLEAR (AUDITIVO): su origen aparente es el surco bulbo-protuberencial en el ángulo pontocerebeloso. Su origen real, de la porción auditiva, es el ganglio de Corti, y de la porción vestibular es el ganglio de Scarpa.
- IX par GLOsofaríngeo: su origen aparente es el surco colateral posterior o retro-olivar en la parte superior. Su origen real son los núcleos salivatorio inferior del bulbo y núcleo ambiguo.
- X par NEUMOGÁSTRICO (VAGO): su origen aparente es el surco colateral posterior o retro-olivar por abajo del IX par. Su origen real es el núcleo ambiguo y núcleo motor dorsal del vago. Sensibilidad en el núcleo solitario.
- XI par ACCESORIO (ESPINAL): su origen aparente es el surco colateral posterior, por abajo del X par. Su origen real son las raíces anteriores de los primeros nervios C2-C5 cervicales (porción espinal) y el bulbo (porción bulbar). Sensibilidad en el núcleo solitario.
- XII par HIPOGLOSO: su origen aparente es el surco colateral anterior o preolivar. Su origen real es el núcleo del hipogloso, en el piso de la fosa romboidea, localizada en el bulbo raquídeo.

Estructuras de protección del sistema nervioso

Están representadas por dos tipos de cubiertas de tejido conectivo; las vértebras, formando el canal medular; los huesos del cráneo y el tejido conectivo meníngeo.

Meninges. Son tres capas de tejido conectivo que revisten la médula espinal y el encéfalo. Las meninges espinales rodean a la médula y se continúan con las meninges craneales, las que, de la misma manera, envuelven el encéfalo.

Se pueden clasificar en:

Paquimeninges (duramadre).

Leptomeninges (aracnoides y piamadre).

La más superficial es la **duramadre** y se halla constituida por tejido conectivo denso irregular. También se encuentra protegida por un colchón de grasa y tejido conectivo, conocido como espacio o cavidad epidural, entre la duramadre y el hueso.

La capa meníngea de la duramadre constituye una capa de soporte que se refleja para formar tabiques que dividen la cavidad craneal en compartimentos y separan parcialmente algunas partes del encéfalo. Éstas son:

- La hoz del cerebro.
- La hoz del cerebelo.
- La tienda del cerebelo.
- El diafragma de la hipófisis.

La meninge media es la **aracnoides**, una membrana avascular con forma de tela de araña y con fibras muy delicadas de colágeno y algunas elásticas. Se localiza por dentro de la duramadre.

PRÁCTICA 6. SISTEMA NERVIOSO: ANATOMÍA MACROSCÓPICA

El espacio que queda entre éstas es conocido como *espacio subdural*, en donde circula líquido cefalorraquídeo.

La más interna de éstas es la **piamadre**, fina y transparente capa de tejido conectivo que se adosa a la superficie del encéfalo y médula espinal, en todas las fisuras y surcos. También está de fibras muy finas de colágeno y algunas fibras elásticas.

En ésta, hay una gran cantidad de vasos sanguíneos que abastecen de nutrientes a las estructuras nerviosas.

Entre la aracnoides y la piamadre se forma el **espacio subaracnoideo**, en cuyo espacio circula el líquido cefalorraquídeo, que

El LCR es producido en los **plexos coroideos** en las paredes de las cavidades ventriculares.

La cantidad diaria de LCR producida fluctúa entre los 400 y 500 ml.

La cantidad constante entre médula espinal y encéfalo es de 90 a 130 ml.

Se reabsorbe de manera gradual hacia la circulación por medio de las vellosidades aracnoides, las cuales se proyectan, sobre todo, en el seno longitudinal superior.

Bibliografía

ARTEAGA MARTÍNEZ y García Peláez, *Embriología humana y biología del desarrollo*, Editorial Médica Panamericana, 2013.

ARTEAGA, M. M., S. R. Fuentes y L. Lesur, *Prácticas de anatomía y fisiología. Texto y cuaderno de trabajo*, 1.^a edición, México, Editorial Trillas, 2012, pp. 59-72.

STEPHEN, G. W., *Neuroanatomía clínica*, 26.^a edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2010, pp. 1-130.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual de laboratorio, lápiz, sacapuntas, pluma, lápices de colores.

Material que proporcionará el laboratorio:

Cañón, computadora, maniqués de sistema nervioso.

Actividades previas a la práctica

Antes de la práctica, el alumno deberá buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Sistema nervioso:

Encéfalo:

Hemisferio cerebral:

Giro:

Surco:

Circunvolución:

Diencéfalo:

Mesencéfalo:

Bulbo raquídeo:

Protuberancia:

Sustancia blanca:

Sustancia gris:

Duramadre:

Piamadre:

Aracnoides:

Antes de la práctica, el alumno leerá y aplicará la información sobre las características morfológicas básicas del encéfalo.

Actividades de la práctica

1. Los alumnos formarán grupos de tres integrantes y realizarán las siguientes actividades con los maniqués:

A) Maniquí desarmable:

- Identificar, en el maniquí, el tronco encefálico. Señalar el área que ocupa y entre cuáles estructuras se encuentra situado; asimismo, mencionar las partes que lo constituyen.
- Identificar y señalar, en el maniquí, el bulbo raquídeo, indicar su extensión y determinar entre cuáles estructuras se encuentra situado; finalmente mencionar las partes que lo constituyen.
- Señalar, en el maniquí, entre cuáles estructuras se encuentra ubicada la protuberancia e indicar su extensión, así como las partes que la conforman.
- Identificar el mesencéfalo en el maniquí, determinar su extensión y señalar entre cuáles estructuras se encuentra situado; mencionar las partes que lo constituyen.
- Ubicar el diencefalo en el maniquí y señalar dónde se encuentra el tálamo, el hipotálamo y el epítalamo en el interior del tercer ventrículo; explicar cómo se encuentran constituidos.
- Señalar y nombrar los surcos que limitan los hemisferios cerebrales.

B) Maniquí deacrílico:

- Señalar los surcos o giros que sirven de referencia para identificar la extensión y situación de las siguientes áreas sensitivas: 1) área somatosensitiva primaria; 2) área visual primaria; 3) área auditiva primaria; 4) área gustativa primaria; 5) área olfatoria primaria
- Señalar los surcos o giros que sirven de referencia para identificar la extensión y situación de las siguientes áreas motoras: 1) área motora primaria y 2) área del lenguaje (de Broca).
- Señalar los surcos o giros que sirven de referencia para identificar la extensión y situación de las siguientes áreas de asociación: 1) área de asociación somatosensitiva; 2) corteza prefrontal (área de asociación frontal); 3) área de asociación visual; 4) área de asociación auditiva; 5) área de Wernicke (área posterior del lenguaje); 6) área de integración común; 7) área premotora y 8) área del campo ocular frontal.

C) Cara superolateral del hemisferio:

- Señalar y nombrar los surcos o fisuras que sirven de límites para dividir los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital.
- Identificar y señalar el trayecto de la cisura de Silvio, así como las tres ramas a las que da origen.
- Identificar y señalar el trayecto del surco central.
- Identificar y señalar el trayecto del surco calcarino.
- Identificar y señalar el trayecto del surco parietoccipital.
- Señalar los surcos que dividen los giros de la cara superolateral de los hemisferios en el lóbulo frontal.
- Señalar los giros precentral, frontal superior, frontal medio y frontal inferior, así como los surcos que los limitan.

- Identificar las porciones opercular, triangular, orbital y los surcos que las limitan.
- Identificar y señalar los surcos que dividen los giros de la cara superolateral de los hemisferios en lóbulo parietal.
- Identificar y señalar los giros postcentrales, los lobulillos parietal superior e inferior, así como los surcos que los limitan.
- Señalar los giros supramarginal y angular; mencionar cuáles surcos sirven de referencia para su localización.
- Identificar y señalar los giros de la cara superolateral de los hemisferios en el lóbulo temporal y señalar los surcos que los limitan.
- Señalar dónde se encuentra ubicado el surco semilunar del lóbulo occipital.

D) Cara inferior del hemisferio:

- Identificar y señalar dónde se encuentran localizados los giros lingual y parahipocampal.
- Identificar y señalar el surco colateral y las estructuras que limita.
- Identificar y señalar la ubicación del giro occipitotemporal medial.
- Identificar y señalar el surco occipitotemporal y las estructuras que limita.
- Identificar y señalar el giro occipitotemporal lateral.
- Identificar y señalar la situación del tracto y del bulbo olfatorio.
- Identificar y señalar el surco olfatorio y las estructuras que limita.
- Identificar y señalar dónde se ubica el giro recto.
- Identificar y señalar los giros orbitales.

E) Cara medial del hemisferio:

- Identificar y señalar el giro del cíngulo y los surcos que lo limitan.
- Identificar y señalar el giro frontal medial.
- Identificar y señalar los surcos marginal y subparietal.
- Identificar y señalar el surco paracentral.
- Identificar y señalar el surco del cuerpo calloso.
- Identificar y señalar los surcos que limitan el lobulillo paracentral.
- Identificar y señalar los surcos que limitan la precuña.
- Identificar y señalar el giro subcalloso.

F) Pares craneales:

- Identificar el *origen aparente* de los pares craneales e indicar la parte del tronco encefálico donde se encuentran ubicados.
- Colorear, en imágenes escaneadas, lóbulos, giros y surcos, así como las diferentes áreas funcionales del encéfalo.

Cuestionario

1. Mencionar los surcos que se encuentran en la cara superolateral del hemisferio cerebral.

2. Mencionar los giros que se encuentran en la cara medial.

3. ¿Cuáles son los límites del giro recto?

4. Límites de la precuña o lóbulo cuadrilátero.

PRÁCTICA 7

SISTEMA ÓSEO Y SINDESMOLOGÍA

Competencias y habilidades

El alumno descubrirá y describirá los elementos microscópicos y macroscópicos que constituyen el esqueleto humano, así como sus articulaciones más representativas. Además deducirá la importancia de su estudio para el diagnóstico de los pacientes que padecen enfermedades y serán atendidos por profesionales del área de la salud.

Fundamento teórico

SISTEMA ÓSEO

Le confiere sostén y consistencia al cuerpo; está formado por tejidos conectivos especializados: hueso y cartílago. El ser humano posee un endoesqueleto osteocartilaginoso y membranoso, integrado por un conjunto de estructuras rígidas que le dan soporte al cuerpo y permiten su movilidad. A partir del desarrollo fetal, el cartílago es remplazado por hueso. Por esta razón, en el adulto es reducida la cantidad de cartílago. Los huesos son unidades estructurales vivas que están constituidas por varios tejidos, fundamentalmente tejido óseo, que se articulan con otros semejantes.

El sistema óseo desempeña varias funciones, como brindarle **protección** a órganos vitales, al limitar las cavidades que éstos ocupan. Los huesos constituyen el **armazón del cuerpo**, y en ellos se insertan los músculos, los cuales hacen posible que aquellos actúen como **palancas** para producir movimiento. Asimismo actúan como **soporte** de la carga corporal, constituyen el depósito de las **sales minerales** (el 99% del calcio corporal se almacena en los huesos) y participan en la **hematopoyesis** como fuente constante de producción de nuevas células sanguíneas.

Se sabe que el tejido óseo está formado por células mesenquimatosas, cuyo origen varía en las distintas zonas del cuerpo: a) el esqueleto axial segmentario (columna vertebral, costillas y esternón) es el resultado del esclerotoma de los somitas; b) el esqueleto apendicular o de las extremidades surge de la hoja somática del mesodermo lateral; c) los huesos de la bóveda y gran parte de los huesos de la base del cráneo son producidos por el mesodermo, llamado “cefálico” o “branquial”, que rodea al encéfalo en desarrollo, y d) finalmente los huesos de la cara y algunos de los que cubren el cerebro provienen del mesénquima que, a su vez, deriva de la cresta neural.

Durante la embriogénesis, los huesos se forman por medio de diferentes mecanismos de osificación, que se diferencian por el tejido a partir del cual surge el hueso y son: **osificación membranosa**, un proceso por el cual el tejido conectivo mesenquimatoso ricamente vascularizado forma el hueso y en el que las células osteogénicas (osteoblastos y osteocitos) se agrupan para dar lugar a la matriz preósea (sustancia osteoide), que luego se calcifica y se convierte en matriz ósea. Este tipo de osificación produce huesos planos, como los de la mandíbula, la clavícula, los que rodean la cavidad craneal. Por ello estos huesos reciben el calificativo de membranosos. El segundo mecanismo corresponde al de la **osificación endocondral**, mediante la cual se establecen modelos o moldes cartilaginosos de hueso a partir del mesénquima fetal. Luego el hueso sustituye la mayor parte del cartílago. En el molde de hueso cartilaginoso, el cartílago se calcifica primero en la región central, con lo que se inicia el centro de osificación primaria que da origen

al cuerpo o diáfisis. Los centros de osificación secundarios surgen en otras partes del hueso, las cuales se desarrollan después del nacimiento y, al calcificarse, dan origen a las epífisis.

Con excepción de los huesos membranosos, la mayoría de los huesos del esqueleto se desarrollan de osificación endocondral.

El esqueleto óseo en un adulto consta de 206 huesos, sin incluir los llamados sutúrales (wormianos) del cráneo, ni los huesos sesamoideos. De acuerdo a la ubicación en las regiones del cuerpo, el sistema esquelético se puede agrupar en dos partes esenciales:

El esqueleto axial. Comprende 80 huesos, que conforman la cabeza (cráneo y cara), el hioides, los huesecillos del oído, la columna vertebral y el tórax (esternón y costillas).

El esqueleto apendicular. Integrado por 126 huesos, que conforman los miembros superiores e inferiores, incluidos los que forman las cinturas pectoral o del hombro (clavícula y escápula) y la cintura pélvica (coxal).

De acuerdo a su forma, los huesos se clasifican en:

Huesos largos. El eje longitudinal predomina sobre el grosor y el ancho. Los huesos largos constan de un cuerpo o diáfisis, que en ambos extremos tienen formaciones más voluminosas o epífisis.

Huesos cortos. En ellos las tres dimensiones son semejantes, generalmente tienen forma cubica, por ejemplo: los huesos de carpo y del tarso.

Huesos planos. Su grosor es reducido en relación a su longitud y anchura; presentan zonas de inserción amplias y conforman paredes de las cavidades, por ejemplo: la escápula y el occipital.

Huesos irregulares. Tienen formas y proporciones variadas, por ejemplo: el esfenoides y el etmoides.

Estructura de los huesos

Las diferencias entre los dos tipos de hueso, compacto y esponjoso, dependen del tamaño relativo de materia sólida, así como del número y dimensiones de las cavidades óseas. Todos los huesos tienen una capa superficial fina de hueso compacto alrededor de una masa central de hueso esponjoso, salvo una zona donde éste se ve sustituido por la cavidad medular (médula). En el adulto, dentro de esta cavidad, así como entre las trabéculas del hueso esponjoso, se forman las células y las plaquetas de la sangre. El hueso compacto o diáfisis, que rodea a la cavidad medular, se denomina hueso cortical. La arquitectura del hueso esponjoso y compacto varía según la función que desempeñe. El hueso compacto provee la fuerza para soportar las cargas.

El hueso cuenta con matriz extracelular calcificada conformada por fibras y sustancia básica. Las células del hueso son *osteógenas* y se diferencian en *osteoblastos* (células encargadas de secretar la matriz). Una vez que éstas quedan rodeadas por la matriz, se vuelven inactivas y se conocen como *osteocitos*. Los espacios que ocupan los osteocitos reciben el nombre de lagunas. Los *osteoclastos* son células multinucleadas gigantes, derivadas de precursores fusionados de la médula ósea; su función es la resorción y remodelación del hueso.

Estructura del hueso maduro

El tejido óseo maduro se compone de unidades estructurales del hueso compacto, llamadas osteonas (sistemas de Havers). Las *osteonas* constan de laminillas de matriz ósea dispuestas en forma concéntrica alrededor de un canal central o conducto de Havers, que contiene vasos sanguíneos y nervios que las irrigan e inervan. Los canalículos o conductillos que contienen las

prolongaciones de los osteocitos adoptan un aspecto radiado en relación al canal. El sistema de canalículos, que se abren al conducto de Havers, también sirve para el intercambio de sustancias entre las células óseas y los vasos sanguíneos. Este modelo de la matriz se denomina hueso laminar. En otros sitios, hay hueso laminar, además de la osteona. Las laminillas circunferenciales rodean el interior y el exterior de la diáfisis de los huesos largos, de modo similar a los anillos de crecimiento de un árbol. Los conductos perforantes (conductos de Volkmann) son canales por los que discurren vasos sanguíneos y nervios desde las superficies perióstica y endóstica hasta los conductos de Havers. Los conductos de Volkmann también sirven para interconectar los conductos de Havers entre sí.

Estructura del hueso esponjoso

El tejido mineralizado se distribuye y da origen a las trabéculas, entre las cuales hay numerosos espacios medulares interconectados de tamaño variable. Como antes se dijo, la matriz ósea posee laminillas y, si las trabéculas son suficientemente gruesas, osteonas.

Accidentes de la superficie del hueso

En la superficie de los huesos existen irregularidades denominadas accidentes óseos; pueden ser protrusiones (salientes), depresiones (fosas, cavidades) y superficies ásperas de inserción. Las más comúnmente usadas son:

Salientes y formaciones articulares

A) Relieves de forma regular, que se relacionan con la forma geométrica de la superficie articular que soportan. B) Depresiones amplias en el sitio donde se articulan con otro hueso.

Cóndilo. Zona articular redondeada, por ejemplo: cóndilo femoral, cóndilo humeral.

Esfera. Zona articular redondeada semejante a una esfera. Ejemplos de ésta sería la cabeza femoral.

Carilla articular. Zona suave y lisa, cubierta por cartílago, donde el hueso se articula con otro. Como ejemplo se puede citar: la faceta articular del cuerpo de la vértebra dorsal para la costilla.

Cavidad articular. Depresiones esferoidales o elipsoidales, cuyas superficies lisas se hayan cubiertas por cartílago para recibir una saliente del hueso con el que se articula.

Salientes y formaciones extra articulares

Relieves con formas variadas, generalmente irregulares y rugosas. Están destinadas a inserciones de músculos o ligamentos; su grado de desarrollo depende de la potencia del músculo que se inserta en ellas. Depresiones con funciones diversas y formas variadas que se presentan como conductos, canales, surcos, escotaduras, fosas y forámenes.

Cresta. Reborde óseo elevado, por ejemplo: la cresta iliaca.

Epicóndilo. Tuberosidad o eminencia relacionada por la proximidad con un cóndilo, por ejemplo: epicóndilo lateral del húmero.

Foramen. Orificio o perforación. Es una comunicación ósea de una cara a su parte contraria, que, a manera de túnel, permite el paso de estructuras anatómicas a través de él, por ejemplo: agujero obturado del iliaco y foramen nutricio.

Fosa. Depresión o excavación donde se alojan estructuras anatómicas, por ejemplo: fosa infra espinosa del omóplato (escápula).

Surco. Depresión lineal o acanalada, por ejemplo: surcos de la arteria meníngea media en la bóveda craneal.

Línea. Elevación ósea lineal, por ejemplo: línea del sóleo en la tibia.

Maléolo. Prominencia ósea redondeada, específica de la región de tobillo, por ejemplo: maléolo del peroné.

Escotadura. Indentación o muesca en el borde de un hueso, por ejemplo: escotadura ciática mayor del iliaco.

Protuberancia. Proyección ósea más o menos redondeada, por ejemplo: protuberancia occipital externa.

Espina. Prolongación en forma de aguja, por ejemplo: espina de la escápula.

Apófisis espinosa. Parte que se proyecta en forma de espina, por ejemplo: apófisis espinosa de una vértebra.

Tuberosidad. Protuberancia ósea redondeada con relieve rugoso, por ejemplo: tuberosidad isquiática del hueso iliaco.

Tubérculo. Pequeña eminencia en relieve, por ejemplo: tubérculo mayor o troquíter del húmero.

Trocánter. Gran elevación roma, particular del extremo proximal de fémur, por ejemplo: trocánter mayor del fémur.

Articulaciones

Es el sitio donde se unen dos más huesos. Las articulaciones pueden dar lugar, o no, al movimiento. Se clasifican, según su movilidad, en:

- **Sinartrosis**. Sin movilidad: sutura (fibrosa), huesos del cráneo. La sinartrosis de los extremos óseos de tejido fibrosos o cartilaginoso reciben el nombre de sincondrosis, por ejemplo: las articulaciones condrocostales y la transitoria, entre diáfisis y epífisis.
- **Anfiartrosis**. Articulaciones semimóviles: 1) Sindesmosis (ligamentosa): coracoacromial, espino-glenoideo, radioulnar diafisaria y membrana tibiofibular, y 2) Sínfisis (fibrocartilaginosa) pubis y discos intervertebrales.
- **Diartrrosis**. Móviles, por ejemplo: articulación coxofemoral y femorotibiopatelar.

Y de acuerdo a los tejidos que lo componen, las articulaciones se clasifican en:

- Fibrosas.
- Cartilaginosas.
- Sinoviales.

Dentro de esta clasificación hay otras llamadas sinostosis o articulaciones óseas que se forman por la osificación de articulaciones fibrosas o cartilaginosas.

Articulaciones fibrosas. Se hallan por tejido fibroso y tienen muy poco movimiento. Como por ejemplo se puede mencionar: sindesmosis tibiofibular, raíz de diente y alvéolo dentario (gonfosis) y la sutura frontoparietal.

Articulaciones cartilaginosas. Se subdividen en: a) Cartilaginosa primaria: que no tienen movimiento y se hallan recubiertas de cartílago hialino, por ejemplo: unión de epífisis y diáfisis

de un hueso largo, la primera costilla y el manubrio esternal. b) Cartilaginosa secundaria, que permiten poco movimiento. Los huesos están unidos por una placa de fibrocartilago y las superficies articulares óseas recubiertas por delgado cartilago hialino, por ejemplo: articulación entre los cuerpos vertebrales y la sínfisis del pubis.

Articulaciones sinoviales. Las superficies articulares de los huesos están recubiertas por una capa delgada de cartilago hialino, separada por una cavidad articular; hacen posible un grado considerable de movimiento. Las articulaciones sinoviales, por lo general, están integradas por: membrana sinovial, cápsula articular, liquido sinovial, discos articulares, discos adiposos, ligamentos, bolsas serosas. Su grado de movimiento depende de la disposición de las superficies articulares. Éstas se clasifican en:

Artrodias o planas

- Superficies articulares planas. Hacen posible movimientos por deslizamiento. Como ejemplo se puede mencionar: articulación acromio-clavicular, apófisis articulares vertebrales.

Trocleartrosis, en polea o ginglymoides

- Tienen la forma de polea, en cuyo surco o garganta se aloja la saliente ósea de superficie articular opuesta. Su función es similar a la de una bisagra, ya que permite movimientos de extensión y flexión, por ejemplo: articulación del codo (húmero-ulnar), femoral-tibial, tibioperoneo-astragalina o talocrural (tobillo), e interfalángicas.

Trocoides, en pivote o rotatoria

- Se asemeja a una rueda o cilindro que gira sobre su propio eje y está rodeado por un anillo óseo y ligamentoso; se mueve (rota) en un solo sentido (uniaxial). Rotación. Ejemplo: articulación atlanto-odontoidea (axis y atlas) y la radio-ulnar proximal.

Condileas

- Articulaciones en las cuales una superficie convexa se corresponde con otra cóncava y permite movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción (biaxial) así como una ligera rotación, por ejemplo: articulaciones metacarpofalángicas (nudillos) y radio carpiana.

Encaje reciproco, selar o en silla de montar

- Las superficies articulares son recíprocamente cóncavo-convexas, permiten los movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción (biaxial) y leve rotación, por ejemplo: articulación carpo metacarpiana del pulgar (trapecio y primer metacarpiano).

Enartrosis o esferoidales

- La cabeza en forma de esfera de un hueso se aloja en una cavidad. Este mecanismo permite una gran amplitud de movimiento además de la conducción, por ejemplo: articulación escapulo humeral (hombro) y coxo-femoral (cadera).

Bibliografía

- MOORE, K. y A. Dalley, *Anatomía con orientación clínica*, 6.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2010.
- GARCÍA M. R., L. A. Rodríguez y F. J. I. Sotelo, *Biología del desarrollo prenatal humano. Prácticas de laboratorio*, 1.^a edición, México, Universidad Autónoma de Zacatecas, 2004.
- PRÓ, Eduardo, *Anatomía clínica*, 1.^a edición, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2012.
- TORTORA, Gerard J., *Principios de anatomía y fisiología*, 12.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2011.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual de las prácticas, lápiz, sacapuntas y pluma, lápices de colores, cuaderno de trabajo.

Material que proporcionará el laboratorio:

Cañón de proyección, laminillas, computadora, esqueleto y maniqués.

Actividades previas a la práctica

1. El alumno estudiará las características morfológicas del esqueleto y de las articulaciones más representativas. Asimismo coloreará las estructuras óseas y articulares correspondientes en su manual. Antes de efectuar la práctica deberá buscar y entender cabalmente el significado de los siguientes términos:

Matriz ósea:

Osteocito:

Osteoblasto:

Osteoclasto:

Medula ósea:

Sistema de Havers:

PRÁCTICA 7. SISTEMA ÓSEO Y SINDESMOLOGÍA

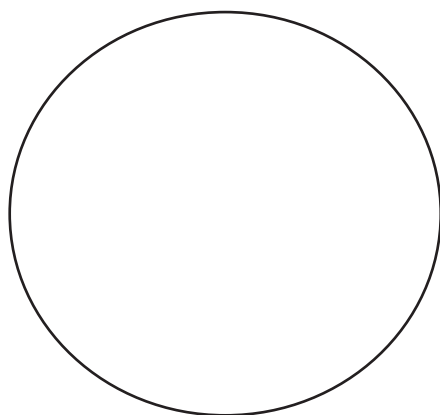
Eje transversal:

Eje longitudinal:

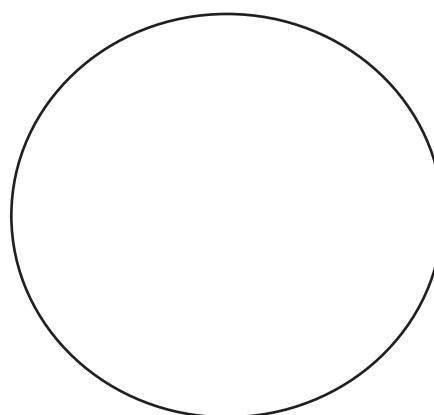
Cartílago hialino:

2. A continuación, el alumno observará e identificará imágenes histológicas y dibujará esquemas de los cortes observados durante la práctica en los espacios destinados para ello.

Observación de laminillas



Laminilla 1



Laminilla 2

3. Los alumnos formarán grupos de tres integrantes y pasarán por las siguientes estaciones, donde realizarán las actividades que a continuación se indican:

Estación 1. Identificar y señalar los diferentes componentes de un ejemplo de hueso largo, corto, plano e irregular.

Estación 2. Identificar y demostrar cuáles son los accidentes óseos en un grupo de huesos.

Estación 3. Identificar en un esqueleto cada uno de los huesos que componen el esqueleto axil y apendicular.

Estación 4. Identificar y describir los diferentes tipos de superficies articulares más representativas, en un grupo de huesos que conforman estas articulaciones.

Estación 5. Aplicar y describir los movimientos de las articulaciones más representativas en el maniquí del esqueleto.

4. El alumno comentará, con sus compañeros, la utilidad de la práctica y formará nuevos equipos de tres para dar respuesta a las siguientes preguntas de correlación

PRÁCTICA 8

TEGUMENTO Y SISTEMA MUSCULAR

Competencias y habilidades

El alumno observará e identificará, en imágenes histológicas, la estructura y componentes de las capas de la piel. También distinguirá las diferencias microscópicas de los dos tipos de músculo y ubicará, en modelados, la anatomía muscular por regiones.

Fundamento teórico

TEGUMENTO

Se encuentra integrado por la piel y sus distintos derivados (pelo, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y uñas); es el órgano más extenso y pesado del cuerpo humano.

Funciones de la piel

- A) Brindar protección al organismo en contra de la agresión de agentes físicos, químicos y biológicos.
- B) Proporcionar una barrera impermeable.
- C) Absorber la radiación ultravioleta, tanto para la síntesis de vitamina D como para la protección del cuerpo.
- D) Excreción (sudor) y termorregulación.
- E) Percepción del medio externo mediante sus distintas terminaciones nerviosas y servir como defensa inmunológica del organismo.

La piel consta de dos capas: la externa, llamada epidermis, y la dermis, que es la capa de tejido conectivo más profunda. La **epidermis** está constituida por el epitelio escamoso estratificado derivado del **ectodermo**. Debajo de ésta y entrelazándose directamente con ella se encuentra la **dermis**, que deriva del **mesodermo** y está compuesta por tejido conectivo colágeno denso irregular. La interfase entre la epidermis y la dermis se encuentra formada por bordes elevados de la dermis, llamados **rebordes (clavos o papilas) dérmicos**, que se entrelazan con las invaginaciones de la epidermis, las cuales se denominan **rebordes epidérmicos**. Los crecimientos adicionales hacia el interior desde los derivados epidérmicos (por ejemplo: folículos pilosos, glándulas sudoríparas y sebáceas), que se ubican en la dermis, hacen que la interfase adopte un contorno irregular. Inmediatamente debajo de la piel, y sin formar parte de ésta, se encuentra la **hipodermis**, capa de tejido conectivo laxo que contiene diversas cantidades de grasa y que constituye la **fascia superficial** que cubre todo el cuerpo. En las personas con sobrepeso o en quienes viven en climas fríos se deposita una gran cantidad de grasa en la fascia superficial (hipodermis), que se denomina **panículo adiposo** o tejido adiposo subcutáneo.

Epidermis

Como antes se mencionó, es la capa superficial de la piel, formada por un epitelio plano estratificado queratinizado. Se compone de cuatro tipos celulares:

1. **Queratinocitos.** Responsables de la producción de queratina; son las células más numerosas de la epidermis y derivan del ectodermo.
2. **Melanocitos.** Se encargan de elaborar la melanina, que es sintetizada en organelas especializadas denominadas melanosomas, las cuales derivan de las células de la cresta neural.
3. **Células de Langerhans.** Unidades dendríticas derivadas de la médula ósea, procesan antígenos que presentan a las células de la inmunidad.
4. **Células de Merkel.** Proviene de las células de la cresta neural, reciben terminales nerviosas aferentes y se piensa funcionan como mecanorreceptores.

Los queratinocitos están dispuestos en cinco capas, donde se entremezclan con ellos los tres tipos celulares restantes. La epidermis tiene un espesor de 0.07 a 0.12 mm sobre la mayor parte del cuerpo, con engrosamientos localizados en las palmas de las manos (0.8 mm) y las plantas de los pies (1.4 mm).

En virtud de que los queratinocitos se descaman continuamente en la superficie de la epidermis, es necesario renovar continuamente su población de células. Esta función la llevan a cabo los queratinocitos, situados en la capa basal de la epidermis, mediante actividad mitótica. Experimentan mitosis durante la *noche* y mientras se forman nuevas células. Las que quedan por arriba se ven impulsadas hacia la superficie y pasan de una capa a la siguiente hasta que llegan a la última, un proceso que tarda de **20 a 30 días**. En su camino, las células van aumentando de tamaño y se diferencian hasta que empiezan a acumular *filamentos de queratina* en su citoplasma. Por último, al aproximarse a la superficie, las células mueren y terminan por descamarse.

Con base en la *citomorfosis* de los queratinocitos, durante su migración desde la capa basal de la epidermis hasta la superficie, es posible identificar cinco zonas morfológicamente diferentes de la epidermis. Desde la capa más interna hasta la más externa se denominan: *estrato basal (germinativo)*, *estrato espinoso*, *estrato granuloso*, *estrato lúcido* y *estrato córneo*. Según el espesor de la dermis, la piel se clasifica como **gruesa o delgada**. Sin embargo, estos dos tipos se distinguen también por la presencia o la ausencia de ciertas capas epidérmicas.

Estrato basal (estrato germinativo)

La capa más profunda de la piel, el **estrato basal**, se encuentra soportada por una *lámina basal* que se asienta sobre la dermis, con la cual forma una interfase irregular. El estrato germinativo consiste en una sola capa de células cuboideas o cilíndricas bajas que son mitóticamente activas y contienen citoplasma basófilo así como un gran núcleo. Hay muchos *desmosomas* en los compartimientos laterales, que unen a las células del estrato basal entre sí y a las células del estrato espinoso. Los hemidesmosomas, localizados basalmente, unen las células a la lámina basal. Cuando se forman nuevas células, como resultado de la mitosis, la capa celular previa se ve impulsada hacia la superficie hasta que se convierte en una nueva capa: el estrato espinoso.

Estrato espinoso

Constituye la capa más gruesa de la epidermis, compuesto por células poliédricas a aplanadas. Los queratinocitos, localizados a nivel basal en el estrato espinoso, son también mitóticamente activos, al igual que el estrato basal, y ambos se encargan del cambio de los queratinocitos epidérmicos. Los queratinocitos del estrato espinoso tienen los mismos organitos (orgánulos) que los descritos para el estrato basal; sin embargo, contienen más haces de filamentos intermedios

(*tonofilamentos*), formados por una subunidad de queratina ácida y otra de queratina básica, que las células del estrato basal. En las células del estrato espinoso estos haces se proyectan hacia el exterior de la región perinuclear de manera radial, hasta llegar a las proyecciones celulares altamente entrelazadas, uniendo a las células adyacentes entre sí por medio de desmosomas. Estas proyecciones (denominadas ***puentes intercelulares*** por los primeros histólogos que las estudiaron) le confieren a las células del estrato un aspecto espinoso (de ahí su nombre).

Conforme los queratinocitos se desplazan hacia arriba, por el estrato espinoso, siguen produciendo tonofilamentos que se agrupan en haces denominados *tonofibrillas*, las cuales hacen que el citoplasma se vuelva eosinófilo. Algunos histólogos se refieren a estas dos capas, estrato basal y estrato espinoso, como **capa o estrato de Malpighio**.

Estrato granuloso

Está conformado por tres a cinco capas de queratinocitos aplanados que constituyen la capa más superficial de la epidermis, cuyas células aún presentan núcleos. El citoplasma de los queratinocitos de esta capa contiene grandes *gránulos de queratohialina*, que son basófilos ásperos y de forma irregular y no están fijos a la membrana. Los filamentos de queratina se asocian a estos gránulos, y algunos pasan a través de ellos. Se considera que estos filamentos son ***precursores de la queratina***, localizada en las células del estrato córneo.

Las células del estrato granuloso contienen más gránulos de cubierta membranosa que las del estrato espinoso. El contenido de estos gránulos de cubierta se descarga por exocitosis y forma una sustancia rica en lípidos sobre las membranas plasmáticas. La cubierta actúa como barrera impermeable, una de las funciones que desempeña la piel. Por añadidura, impide que reciban nutrientes las células que se encuentran en una situación superficial sobre esta región, con lo que aceleran su muerte.

Estrato lúcido

Se da este nombre a la capa de células, delgada, clara y homogénea que está inmediatamente superficial en relación con el estrato granuloso. Se encuentra sólo en la piel gruesa (por ejemplo: palmas de las manos y plantas de los pies). Las células aplanadas del estrato lúcido carecen de organitos y núcleos; sin embargo, contienen filamentos de *queratina* densamente empacados, orientados en sentido paralelo a la superficie de la piel, y *eleidina*, producto de transformación de la *queratohialina*.

Estrato córneo

Constituye la capa más superficial de la piel. La integran numerosas placas de células queratinizadas aplanadas, cuyo *plasmalema* (membrana plasmática) está engrosado. Estas células carecen de núcleos y organitos, pero cuentan con numerosos filamentos de queratina embebidos en una matriz amorfa. En las células que están más lejos de la superficie de la piel se distinguen los desmosomas, en tanto que las cercanas a la superficie, llamadas *escamas* o *células córneas*, carecen de desmosomas y sufrirán descamación (se desprenderán).

Dermis

La dermis está compuesta por dos capas: la *dermis papilar* y la *dermis reticular*. La primera de ellas es la más superficial y consta de tejido conjuntivo laxo ubicado justo debajo de la epidermis.

La dermis reticular es profunda con respecto a la dermis papilar. Aunque su espesor varía en diferentes partes de la superficie corporal, siempre es considerablemente más gruesa y contiene menos células que la dermis papilar. Justo debajo de la dermis reticular pueden encontrarse capas de tejido adiposo (llamado también panículo adiposo, tejido celular subcutáneo o hipodermis), de músculo liso y, en algunos sitios, de músculo estriado.

Tejido muscular

Con base en su estructura y función, el tejido muscular se clasifica en: **liso** y **estriado**; éste, a su vez, en *cardíaco* y *esquelético*.

Músculo liso

También se le denomina involuntario o visceral, porque está organizado en tónicas que recubren las paredes de los órganos huecos: aparato digestivo desde esófago hasta el ano; aparato respiratorio, urinario y genital. Se encuentra, además, en el sistema circulatorio, el iris y el cuerpo ciliar del ojo y en la dermis como músculo erector del pelo.

Forma y tamaño: Las células del músculo liso son largas, fusiformes, con los extremos afilados y con una región central más amplia en donde está situado el núcleo. Su tamaño varía considerablemente según su localización y pueden medir de 20 a 250 micras (μm) de longitud.

Estructura: La membrana celular o sarcolema tiene 70 μm (7 nm) de espesor. Por lo general es lisa, aunque en ocasiones tiene cierto número de protuberancias. El núcleo ocupa la región central de la célula, y en corte transversal se observa que tiene una posición media o es un poco excéntrico. Tiene forma alargada, oval o cilíndrica.

No ha sido posible entender cabalmente el mecanismo exacto de la contracción del músculo liso, pero se piensa que es igual al de los músculos esquelético y cardíaco, por interacción entre los filamentos de **actina** y **miosina**, iniciada por los iones de calcio.

La mayor parte del músculo surge a partir del mesodermo, excepto el músculo del iris y los músculos erectores del pelo, que derivan del ectodermo.

Músculo cardíaco

El músculo cardíaco es de tipo involuntario y presenta estriaciones transversales similares a las del músculo esquelético; se contrae en forma rítmica y automática; solamente se encuentra en el miocardio.

Una fibra muscular es una unidad lineal formada por varios miocitos cardíacos unidos, extremo con extremo, en zonas especializadas de contacto, llamados: discos intercalados (o insertos). Cada célula tiene unas 100 micras de largo y 15 micras de diámetro y muchas veces están divididas parcialmente en dos o más ramas en sus extremos, las cuales se unen a células vecinas o partes de las mismas en los discos intercalados. Por ella, su aspecto global comprende al de fibras principalmente paralelas, con gran número de haces cruzados, lo que da la impresión falsa de trama de un sincitio. Entre las fibras que no penetra en los discos intercalados hay tejido conectivo fino: el **endomisio**, que contiene vasos sanguíneos delgados.

Estas células poseen, en general, uno o dos núcleos alargados que se ubican en el centro de la célula, entre miofibrillas divergentes. No obstante, el agrupamiento de *miofilamentos* en miofibrillas no es completo, como sucede en el músculo estriado. Además, en los cortes transversales, se

advierde que las miofibrillas están rodeadas (de manera incompleta) y delineadas por el retículo sarcoplásmico y por sarcoplasma.

Contracción

El mecanismo de contracción es idéntico al del músculo esquelético, o sea, el deslizamiento de filamentos. En diversas regiones del corazón, las células musculares cardíacas están modificadas, porque constituyen el sistema conductor de impulsos que regula los latidos cardíacos.

Músculo esquelético

Se conoce, de manera ordinaria, como músculo y forma parte de la carne de los animales. Las células estriadas que lo constituyen son largas, cilíndricas y multinucleadas con extremos algo afilados y redondeados. Cada fibra muscular funciona de manera independiente y puede tener gran longitud. No obstante, muchos músculos poseen algunas fibras individuales más cortas que no alcanzan la longitud total del músculo. Como antes se mencionó, las células musculares tienen muchos núcleos (pueden poseer hasta 35 por mm de longitud), de conformación ovoide que se hallan situados en la periferia de la fibra con orientación longitudinal.

El sarcolema constituye la membrana de las células musculares lisas, es muy tenue y se relaciona con el endomisio. Constituye un factor importante de la elasticidad del músculo, además de que participa en la conexión entre la fibra muscular y la porción tendinosa del músculo o con el propio tendón. El sarcoplasma contiene principalmente columnas longitudinales paralelas de miofibrillas, que en corte transversal aparecen como puntos, que en muchas ocasiones aparecen agrupados con zonas de sarcoplasma claras entre dichos grupos.

Miofibrillas y estrías

Con el microscopio de luz, el sarcoplasma de cada célula estriada muestra, en forma alterna, discos o bandas delgadas de material claro y oscuro.

Placa motora terminal

Cada célula tiene una placa motora terminal o unión mioneural, donde una fibra nerviosa terminal pierde su vaina de mielina y entra en estrecha asociación con una fibra muscular.

Bibliografía

- ROSS-PAWLINA, *Histología. Texto y atlas a color con biología celular y molecular*, 5.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2009.
- GARTNER L. P. y HIATT J. L., *Histología. Texto y atlas*, 2.^a edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2002.
- FORTOUL, Teresa y Andrés Castell, *Histología y biología celular*, 1.^a edición, México, Editorial McGraw-Hill, 2010.

Materiales

El alumno deberá traer:

Bata, manual de laboratorio, lápiz, sacapuntas, pluma, lápices de colores.

Material que proporciona el laboratorio:

Cañón, computadora, maniqués.

Actividades previas a la práctica

1. Antes de la práctica, el alumno deberá elaborar un cuadro con la clasificación de los músculos según su forma y función.

2. Previo a la práctica, el alumno debe buscar y entender el significado de los siguientes conceptos.

Exocitosis:

Termorregulación:

Percepción:

Excreción:

Queratina:

Mecanorreceptores:

Desmosomas:

Sincitio:

Sarcoplasma:

PRÁCTICA 8. TEGUMENTO Y SISTEMA MUSCULAR

Retículo sarcoplasmático:

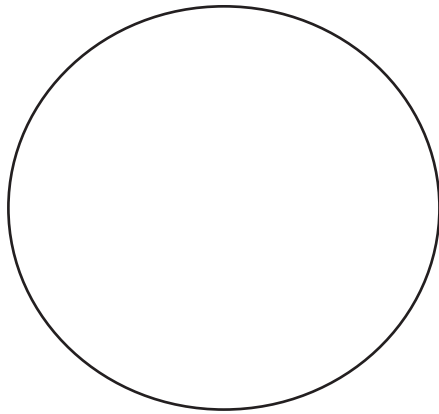
Sarcómero:

Sarcolema:

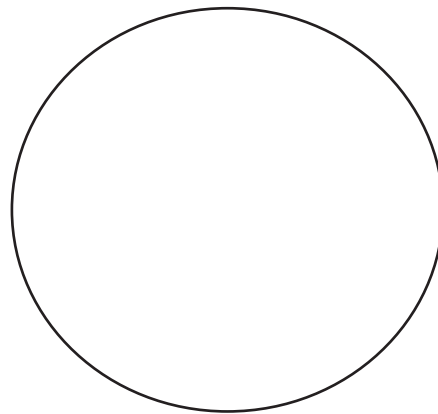
Actividades de la práctica

1. El alumno observará y dibujará imágenes histológicas de piel y músculo e identificará las estructuras de las mismas.

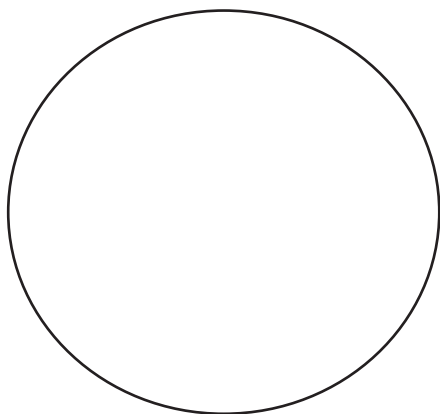
Observación de laminillas



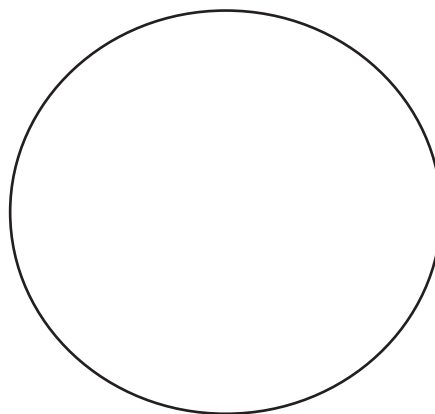
Laminilla 1



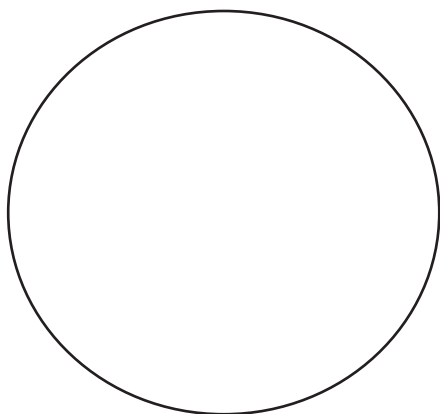
Laminilla 2



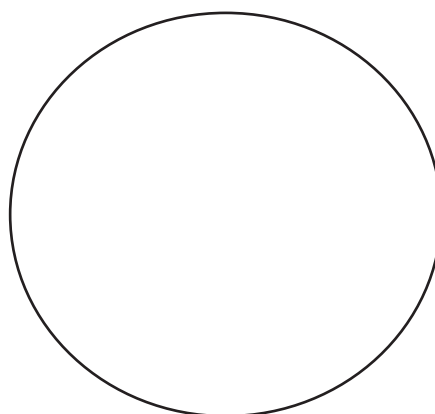
Laminilla 3



Laminilla 4



Laminilla 5



Laminilla 6

2. El alumno demostrará sus conocimientos de anatomía en los maniqués que se localizan en las mesas de trabajo.

PRÁCTICA 8. TEGUMENTO Y SISTEMA MUSCULAR

Actividades posteriores a la práctica

1. Describir dónde se localiza el núcleo en los cortes transversales de músculo liso y en los cortes transversales de músculo estriado (esquelético y cardiaco).

2. Describir las características histológicas del músculo cardiaco.

3. Explicar las diferencias histológicas de las capas que componen la dermis y la epidermis.

4. Describir el ciclo de nacimiento y muerte de una célula de la epidermis.

5. ¿Cuál es la función de los músculos anteriores del brazo y cuál es su antagonista y qué funciones lleva a cabo?

3. Explicar, en media cuartilla, a manera de conclusión, cuál es la importancia del conocimiento de los aspectos morfológicos de la piel y del sistema muscular en el diagnóstico de las enfermedades en pacientes que serán atendidos por profesionales del área de la salud.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

PRÁCTICA 9

APARATO CIRCULATORIO

Competencias y habilidades

El alumno identificará y describirá, mediante observación de modelados, el desarrollo embriológico del aparato cardiovascular, los elementos microscópicos y macroscópicos que lo conforman, así como sus componentes. A la vez deducirá su importancia en la práctica profesional del área de Ciencias de la Salud.

Fundamento teórico

ESTRUCTURA GENERAL

El aparato circulatorio consta de dos componentes principales: el **sistema vascular sanguíneo** y el **sistema vascular linfático**. El primero de éstos está constituido por las siguientes estructuras:

1. **El corazón.** Es un vaso sanguíneo modificado que funciona como una bomba doble que hace circular la sangre por todo el organismo de manera coordinada.
2. **Las arterias.** Conjunto de vasos eferentes que transportan la sangre del corazón al resto de organismo y que se hacen más delgados a medida que se ramifican. Distribuyen las sustancias nutritivas, el oxígeno y las hormonas contenidas en la sangre a todos los tejidos del cuerpo.
3. **Los capilares.** Red de vasos pequeños de paredes delgadas a través de los cuales se establece el intercambio celular de oxígeno, nutrientes y otras sustancias de la sangre que son distribuidas a los diferentes tejidos.
4. **Las venas.** Vasos que conducen la sangre que recogen los productos del metabolismo al corazón desde la red capilar, la cual converge en un sistema de vasos mayores.

Circulación menor o pulmonar. La sangre poco oxigenada (venosa), procedente del cuerpo entra, al lado derecho del corazón a través de la vena cava superior y la vena cava inferior. Este órgano la bombea por el tronco (arteria) pulmonar hasta los pulmones para que se oxigene.

Circulación mayor o sistémica. El lado izquierdo del corazón recibe la sangre oxigenada (arterial) de los pulmones, a través de las venas pulmonares, y la bombea por la aorta para que se distribuya hacia los demás órganos y tejidos del cuerpo.

El **sistema vascular linfático** tiene como función recolectar la linfa (que es el exceso de líquido tisular extracelular) y devolverlo al sistema cardiovascular. Por lo tanto, este sistema lleva a cabo la conducción en un solo sentido, que parte de los tejidos en forma de túbulos ciegos; consta de capilares y vasos linfáticos de diversos calibres. A lo largo del trayecto de los vasos linfáticos están esparcidos ganglios linfáticos que añaden linfocitos a la linfa que pasa a través de ellos.

Embriología del corazón

El tubo **cardíaco primitivo** se origina por la fusión de los tubos endocárdicos, los cuales son llevados hacia la línea media de lo que más tarde será la región torácica. Entre la quinta y octava

semana, este tubo cardiaco primitivo se desplaza, se pliega y tabica para formar las cuatro cavidades del corazón definitivo, con lo que establece las bases de la circulación pulmonar y sistémica.

En sentido cefálico a caudal se encuentra el **tronco arterioso**, seguido del **bulbo arterioso** o bulbus cordis, el **ventrículo primitivo**, el **atrio primitivo** y, al final, los cuernos derecho e izquierdo del **seno venoso**.

Con el crecimiento rápido, el bulbo arterioso se desplaza en sentido caudal y a la derecha; el ventrículo primitivo lo hace en sentido cefálico y a la izquierda para formar el asa bulboventricular. Así surge la aurícula primitiva y el seno venoso, que son dorsales al asa bulboventricular y al tronco arterioso.

A partir del tronco arterioso se forma la aorta ascendente y la pulmonar. La parte caudal del bulbo arterioso da origen al ventrículo derecho, que en su zona cefálica forma el cono arterioso, el cual se divide para dar origen a las regiones de salida de los grandes vasos de ambos ventrículos, y al ventrículo primitivo izquierdo. El atrio primitivo forma las aurículas derecha e izquierda.

La tabicación comienza a la mitad de la cuarta semana con la aproximación y fusión de las dos protuberancias mesenquimatosas, de las paredes anterior y posterior del conducto auriculoventricular, que se divide en dos canales: derecho e izquierdo.

En las aurículas se forma el **septum primum** (tabique con forma de media luna) que se origina del techo de la aurícula, cuyas astas están dirigidas hacia las protuberancias mesenquimatosas de las paredes anterior y posterior, dejando temporalmente el **orificio (foramen) primum**. Antes de que se cierre se abre otro por la confluencia de varias perforaciones, que dan lugar al **orificio secundum**. También se origina, en el techo y a la derecha del septum primum, el **septum secundum** en forma semilunar, sin llegar al piso de la fosa oval y funcionar a manera de válvula en la comunicación interauricular.

El **septum interventricular** se origina a partir del vértice del corazón, con el septum muscular, que nace del ápex y el septum membranoso, que se origina de los cojinetes endocárdicos.

Corazón y grandes vasos

El corazón posee cuatro cavidades: aurículas, derecha e izquierda y los ventrículos, derecho e izquierdo. Las aurículas son cámaras receptoras que bombean la sangre hacia los ventrículos, los cuales funcionan como cámaras de descarga.

La pared de cada cavidad cardiaca consta de tres capas: 1) **Endocardio**, que es una capa interna fina (de endotelio y tejido conjuntivo subendotelial) o membrana de revestimiento del corazón, que también tapiza las válvulas. 2) **Miocardio**, una capa gruesa formada por músculo cardiaco, el cual está dispuesto en láminas, que en las aurículas y ventrículos siguen un curso espiral complejo. La mayor parte de las fibras musculares están unidas en una estructura central de sostén: el esqueleto cardiaco, y 3) **Epicardio**, una capa fina (mesotelio) externa formada por la capa visceral del pericardio seroso.

La configuración externa del corazón comprende las siguientes partes: base, vértice, tres caras y tres bordes.

Base. Está formada, sobre todo, por la aurícula izquierda y, en menor medida, por la derecha. En sentido cefálico a caudal se extiende desde la bifurcación del tronco pulmonar (arteria pulmonar) hasta el surco coronario o auriculoventricular. Recibe las venas pulmonares a los lados (derecho e izquierdo) de la aurícula izquierda y las venas cavas superior e inferior en los extremos superior e inferior de la aurícula derecha.

Vértice. Comprende la porción inferolateral del ventrículo izquierdo.

Cara anterior (esternocostal). Constituida principalmente por el ventrículo derecho.

Cara diafragmática (inferior). Configurada en esencia por el ventrículo izquierdo y, en parte, por el derecho; se relaciona básicamente con el tendón central del diafragma.

Cara pulmonar (izquierda). Formada casi exclusivamente por el ventrículo izquierdo; ocupa la impresión cardiaca del pulmón izquierdo.

Borde derecho (inferior). Separa la cara anterior de la inferior del corazón.

Borde superior. Separa la cara anterior de la cara pulmonar izquierda.

Borde izquierdo. Separa la cara izquierda del corazón de la cara inferior.

Aurícula derecha. Esta cavidad forma el borde derecho del corazón y recibe sangre venosa proveniente de la vena cava superior, vena cava inferior y el seno coronario. La orejuela derecha es una bolsa muscular cónica que aumenta la capacidad de la aurícula derecha. En la configuración interna de la aurícula derecha tiene una parte posterior lisa, de paredes finas (seno venoso), en la que desembocan las venas cavas y el seno coronario. Además cuenta con la presencia de músculos pectíneos en su pared anterior. Las paredes lisa y rugosa se hallan separadas por la **cresta terminal**. Esta cavidad presenta el orificio auriculoventricular, en su lado diestro, que la comunica con el ventrículo del mismo lado. Finalmente cuenta con un tabique interauricular que separa ambas aurículas, donde se encuentra la **fosa oval**.

Ventrículo derecho. Es el receptor de la sangre no oxigenada proveniente de la aurícula derecha. Le confiere forma a la mayor parte de la cara anterior, donde se halla el cono arterioso (de la arteria pulmonar), que internamente configura el infundíbulo. En el mismo interior del ventrículo se encuentran trabéculas carnosas, una de ellas, llamada *cresta supraventricular*, separa la entrada de la sangre que llega por el orificio auriculoventricular de la pared lisa, la cual constituye la salida de la sangre hacia el cono arterioso. En el orificio auriculoventricular se encuentra la *válvula tricúspide* con sus músculos papilares que van a las paredes de los ventrículos, y en el nacimiento de la arteria pulmonar se identifica la *válvula sigmoidea* de la arteria pulmonar.

Aurícula izquierda. Le da forma a la mayor parte de la porción superior o base del corazón. Desembocan en ella los pares derecho e izquierdo de las venas pulmonares. La orejuela izquierda constituye la parte superior del borde izquierdo del corazón. El interior de la aurícula izquierda principalmente es liso con una parte menor muscular que corresponde a la orejuela. Las venas pulmonares desembocan en la pared posterior. Finalmente se identifica en ella el orificio auriculoventricular izquierdo por el que sale la sangre oxigenada hacia el ventrículo izquierdo.

Ventrículo izquierdo. Esta cámara forma el vértice del corazón, borde izquierdo y cara diafragmática. Dentro de este ventrículo está la **válvula mitral** (ubicada en el orificio auriculoventricular) de la cual parten los dos músculos papilares. En la parte posterosuperior derecha, en el orificio aórtico, se encuentra la **válvula sigmoidea aórtica**.

La irrigación del corazón depende de las arterias coronarias derecha e izquierda que se originan en los senos aórticos correspondientes, en el nacimiento de la aorta. La coronaria derecha sigue el surco auriculoventricular hasta el surco interventricular posterior, y en su trayecto tiene ramas para la aurícula y ventrículo derecho y conforma todo el borde derecho del corazón. A su vez, la coronaria izquierda sigue el surco auriculoventricular siniestro, dividiéndose en una rama circunfleja y un rama interventricular anterior que se aloja en el surco del mismo nombre (homónimo). El retorno venoso recorre el mismo trayecto de las arterias, pero desemboca en el seno coronario, que se encuentra en el surco auriculoventricular posterior y el cual desemboca en la aurícula derecha.

SISTEMA DE CONDUCCIÓN CARDIACO

Su función principal consiste en propagar los estímulos rítmicos involuntarios que se originan en el punto inicial del sistema, los cuales provocan las contracciones, primero de la aurícula y después de los ventrículos.

El primer elemento morfológico de este sistema lo constituye el **nodo senoauricular**, que se encuentra sobre la parte derecha de la desembocadura de la vena cava superior, en el tejido sub-epicárdico de la aurícula derecha. La transmisión de la onda de excitación que parte de este nodo se propaga por toda la musculatura auricular, difundiéndose en todos sentidos y concentrándose finalmente en el **nodo auriculoventricular**, que se encuentra situado en el tejido subendocárdico de la región inferoposterior del tabique interauricular, debajo de la válvula aórtica posterior. Del nodo auriculoventricular parte el **haz de His**, que corre por la parte membranosa del tabique interventricular y, cuando llega a la parte muscular, se divide en dos ramas: **la derecha e izquierda del haz de His**. El segmento casi terminal del haz derecho da origen a tres ramas: una destinada a la punta del corazón, la segunda a los pilares y la tercera se distribuye por el resto del ventrículo. Ocurre lo mismo en el haz de His izquierdo. Por último, se observan unas terminaciones llamadas **fibras de Purkinje**, las cuales atraviesan, en sentido perpendicular, el espesor de la pared cardiaca. Dichas fibras son cortas y apenas alcanzan la parte media de la pared cardiaca.

Estructura general de los vasos sanguíneos

Las arterias tienen paredes más gruesas y su diámetro es menor en comparación con las venas correspondientes. Más aún, en los cortes histológicos las **arterias son redondas** y carecen de sangre en sus luces.

La pared del vaso sanguíneo típico está constituida por tres capas concéntricas de tejido, separadas, que se conocen con el nombre de **túnicas**. La capa más interior, la **túnica íntima**, se halla constituida por una sola capa de células endoteliales escamosas aplanadas, que forman una pared que reviste la luz del vaso, y el tejido conjuntivo subendotelial subyacente. La capa intermedia, o **túnica media**, está compuesta principalmente por células de músculo liso, orientadas de manera concéntrica alrededor de la luz. La capa más exterior, **túnica adventicia**, se encuentra formada principalmente por tejido conjuntivo fibroelástico, distribuido en sentido longitudinal. La túnica íntima alberga, en su porción más exterior, a la **lámina elástica interna**, que es una banda delgada de fibras elásticas, la cual se encuentra bien desarrollada en las arterias de tamaño medio. La capa más exterior de la túnica media alberga a otra banda de fibras elásticas que se llama **lámina elástica externa**, aunque no es distinguible en todas las arterias.

Arterias

Las arterias son vasos eferentes que transportan sangre oxigenada (con excepción de las arterias pulmonares), desde el corazón hacia los lechos capilares. La ramificación sostenida de las arterias en gran número de arterias, cada vez más pequeñas, prosigue hasta que las paredes vasculares sólo están formadas por una sola capa de células endoteliales. Los vasos resultantes, llamados **capilares**, son los elementos vasculares funcionales más pequeños del aparato cardiovascular.

Se clasifican o agrupan en tres tipos principales, según su tamaño relativo, sus características morfológicas o ambas cosas. Desde las más grandes, hasta las más pequeñas, éstas son: **arterias elásticas**, conocidas también como **arterias de conducción** y **arterias musculares**, que se deno-

minan arterias de **distribución**. Finalmente están las **arteriolas**. Debe recordarse que el tamaño arterial es una continuidad, por tanto, ocurre un cambio gradual de las características morfológicas desde un tipo hacia el siguiente.

Venas

Son los vasos que llevan la sangre desde los capilares al corazón. En las terminaciones de descarga de los capilares se encuentran vénulas pequeñas que constituyen el inicio del retorno venoso, que por lo general se encarga de conducir la sangre desoxigenada de los órganos y los tejidos al corazón. Estas vénulas vacían su contenido en venas de mayor tamaño, y este proceso prosigue conforme los vasos se van haciendo cada vez más grandes hasta llegar al corazón. Las venas no sólo superan en número a las arterias, sino que suelen tener **diámetros lumbinales mayores**. **Casi el 70% del volumen sanguíneo** total se encuentra en estos vasos. En los cortes histológicos se aprecia que las venas son paralelas a las arterias, pero sus paredes suelen estar colapsadas porque son más delgadas y menos elásticas que las paredes arteriales, ya que, de hecho, el retorno venoso es un sistema de baja presión. Se les agrupa en tres categorías según su tamaño: **pequeñas, medias y grandes**. Sin embargo, su estructura no es necesariamente uniforme, en el caso de venas del mismo tamaño o de la misma vena a lo largo de toda su trayectoria.

Las venas se describen como conductos que tienen las tres tunicas (íntima, media y adventicia), al igual que las arterias. Aunque las capas muscular y elástica no están bien desarrolladas en ellas, el componente del tejido **conectivo es más grande** que las arterias. En ciertas zonas del cuerpo son estructuras anatómicas que albergan venas y las protegen contra la presión (por ejemplo: retina, meninges, placenta, pene). Las paredes de estos vasos carecen de músculo liso o lo poseen en poca cantidad. Además, no es posible distinguir con claridad los **límites entre la túnica íntima y la túnica media** de la mayor parte de las venas.

Componentes del sistema linfático

Los **plexos linfáticos** están constituidos por conductos muy pequeños, llamados capilares linfáticos, que se originan en los espacios intercelulares de la mayoría de los tejidos. A partir de éstos se forman los **vasos linfáticos** que forman una red que se distribuye por todo el cuerpo, a lo largo de los cuales se disponen los **ganglios linfáticos**.

Después de pasar por uno o varios ganglios linfáticos, la linfa penetra en vasos linfáticos de mayor tamaño, llamados **troncos linfáticos**, que se reúnen en el **conducto torácico** o en el **conducto linfático derecho** que recoge la linfa del cuadrante superior derecho del cuerpo, mientras el conducto torácico capta la linfa del resto del cuerpo. El conducto torácico tiene su origen en el abdomen, en forma de saco dilatado, el cual recibe el nombre de **cisterna del quilo** y asciende por el tórax hasta desembocar entre las venas **yugular izquierda y subclavia izquierda**.

Linfa

Término que deriva de la raíz griega (*limph[aum]*), que significa líquido transparente. Es claro, amarillo pálido u opalescente, similar al plasma sanguíneo; pero, a diferencia de éste, tiene un bajo contenido de proteínas. Se origina del excedente que sale de los capilares al espacio intersticial o intracelular y drena a través de un sistema de vasos linfáticos hasta el sistema venoso. La linfa contiene agua, albúmina, fibrina y sales; su composición varía de manera importante de un

lugar a otro. Por ejemplo, después de que una persona ingiere alimentos, el drenaje linfático del intestino delgado adquiere un aspecto lechoso, debido a que aumenta su contenido de lípidos. La linfa que sale de los ganglios linfáticos transporta una gran cantidad de linfocitos. Este líquido también puede contener macrófagos, hormonas, bacterias, virus y restos de células, incluso de tipo canceroso.

Bibliografía

- GARCÍA, M. R., L. A. Rodríguez y F. J. I. Sotelo, *Biología del desarrollo prenatal humano. Prácticas de laboratorio*, 1.^a edición, México, Universidad Autónoma de Zacatecas, 2004, pp. 141-143.
- GARTNER, L. P. y J. L. Hiatt, *Histología, texto y atlas*, 2.^a edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2002, pp.243-261.
- MOORE, K., A. Dalley y A. Agur, *Anatomía con orientación clínica*, 6.^a edición, Editorial Lippincott Williams y Wilkins, 2010, pp. 37-45 y 128-150.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual, lápiz, sacapuntas, pluma, modelado de plastilina, plastilina amarilla.

Material que proporcionará el laboratorio::

Maniqués.

Actividades previas a la práctica

1. El alumno deberá de buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Eferente:

Aferente:

Fondo de saco o túbulo ciego:

Bulbo:

PRÁCTICA 9. APARATO CIRCULATORIO

Asa:

Esqueleto cardiaco:

Linf:

2. El alumno leerá y aplicará la información sobre las características morfológicas del aparato circulatorio, antes de la práctica. Además elaborará, en casa, un modelado de plastilina que represente tanto la circulación mayor como la menor.

Actividades de la práctica

3. Los alumnos formarán grupos de tres a cuatro integrantes y pasarán por las siguientes estaciones, donde realizarán las actividades que a continuación se indican:

Estación 1. Describir y mostrar, con el modelado de plastilina elaborado en casa, la circulación mayor y menor.

Estación 2. Identificar y demostrar, en el maniquí, los componentes del árbol vascular.

Estación 3. Identificar, entre un grupo de maquetas sobre el desarrollo embriológico del corazón, las correspondientes a las descripciones siguientes:

Maqueta I

Contiene las dilataciones del tubo cardiaco primitivo. Identificar en ella, en sentido cefálico al caudal, el *tronco arterioso*, el *bulbo arterioso* o *bulbus cordis*, el *ventrículo primitivo*, el *atrio* (aurícula) *primitivo* y los cuernos derecho e izquierdo del *seno venoso*.

Maqueta II

Se observa en ella el asa bulboventricular. Describir de qué manera se forma ésta y la manera cómo toman su posición los componentes mencionados para la Maqueta I.

Maqueta III

Representa la tabicación del conducto auriculoventricular cuando se divide en dos canales. Describir de qué manera ocurre dicha tabicación.

Maqueta IV

Muestra la tabicación de la aurícula. Describir este proceso y nombrar las estructuras involucradas.

Maqueta v

Se puede observar en ella la tabicación del ventrículo. Describir este proceso y nombrar las estructuras involucradas.

Estación 4. Identificar y demostrar, en el maniquí de corazón, los elementos de su configuración externa e interna, de acuerdo a la descripción expuesta en el sustento teórico.

Estación 5. Identificar con plastilina amarilla, en el mismo maniquí, el nodo sinusal, el nodo auriculoventricular y las ramas del haz de His. Explicar cómo funciona el sistema de conducción.

Estación 6. Identificar en el maniquí los elementos constitutivos del sistema vascular linfático.

4. Comentar lo aprendido con los compañeros de práctica, en equipos de tres, y dar respuesta a las siguientes preguntas de correlación.

Cuestionario

1. ¿Cuál es la diferencia estructural entre una arteria y una vena?

2. ¿En qué se diferencian las aurículas según su configuración interna?

3. ¿De qué manera interviene el septum secundum para el cierre del agujero oval?

4. ¿Cuáles son los principales componentes de la linfa?

5. ¿Qué importancia tiene el ganglio linfático según su ubicación en el trayecto de los vasos linfáticos?

5. Explicar, a manera de conclusión, en los siguientes renglones, qué importancia tiene el conocimiento del aparato circulatorio en el diagnóstico de los pacientes enfermos que serán atendidos por los profesionales del área de la salud.

PRÁCTICA 9. APARATO CIRCULATORIO

PRÁCTICA 10

APARATO RESPIRATORIO

Competencias y habilidades

El alumno comprende el desarrollo embriológico, conoce e identifica los componentes básicos macroscópicos y microscópicos del aparato respiratorio, mediante la elaboración de esquemas y la observación de maniqués e imágenes histológicas.

Fundamento teórico

El desarrollo embriológico del aparato respiratorio inicia cuando el embrión mide 3 mm (final de la tercera semana), y al sexto mes de la gestación los pulmones alcanzan la madurez suficiente para asegurar la viabilidad extrauterina del feto. Se debe recordar que el aparato pulmonar tiene un origen doble: del endodermo deriva el epitelio traqueobronquial, el epitelio alveolar, las glándulas anexas, tejido conectivo, el cartílago, el músculo liso, y los vasos derivan del mesénquima.

Este proceso inicia cuando ocurre una evaginación en la cara anterior, por debajo del intestino faríngeo, llamado conducto traqueal, el cual queda aislado por un pliegue lateral que se forma de abajo hacia arriba. De esta manera, el esófago queda separado, hacia atrás, y la tráquea hacia delante. Ésta se alarga en dirección caudal y se bifurca en dos troncos bronquiales, pero permanece comunicada con el intestino anterior a nivel de la laringe.

DESARROLLO DE LOS ESBOZOS PULMONARES

Como antes se expuso, al sexto mes de vida intrauterina, el aparato respiratorio está completo, los centros de transmisión bulbares han alcanzado su madurez, y en este momento el feto ya es viable. Los troncos bronquiales tienen hasta este momento 17 generaciones dicotómicas a las que se sumarán seis más postnatales. Los sacos alveolares respiratorios aumentan constantemente (epimorfia) durante los dos últimos meses de gestación, y en los primeros 10 años posteriores al nacimiento.

El aparato respiratorio participa en el intercambio de gases y en la regulación del pH sanguíneo; posee receptores para la olfacción; filtra el aire inhalado, produce sonidos y elimina una parte del agua y calor corporales en el aire exhalado.

Está conformado por: nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones. Estructuralmente se divide en dos porciones:

- 1) **Vías respiratorias superiores.** Comprenden la nariz, la faringe y las estructuras acompañantes.
- 2) **Vías respiratorias inferiores.** Incluyen: laringe, tráquea, bronquios y pulmones.

Desde el punto de vista funcional este aparato también se divide en dos partes:

- 1) *Porción de conducción.* Está integrada por un conjunto de cavidades y conductos conectados entre sí, fuera y dentro de los pulmones (nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y bronquiolos terminales), los cuales filtran, calientan, humectan y conducen el aire hacia los pulmones.

- 2) *Porción respiratoria.* Se halla formada por los tejidos pulmonares, donde ocurre el intercambio gaseoso, a saber, bronquiolos respiratorios, conductos y sacos alveolares y alvéolos.

Nariz

Para su estudio se divide en dos porciones:

- A) *Porción externa.* Se halla formada por una estructura de sostén ósea y por cartílago hialino cubierto con músculos, piel y revestimiento de mucosa. La estructura ósea de la nariz consta de huesos frontales, nasales y maxilares superiores. La cartilaginosa consiste en el cartílago septal, que forma la porción anterior del tabique nasal; los cartílagos nasales laterales y los cartílagos alares, que constituyen una parte de la pared de los orificios anteriores de la nariz. En la parte caudal externa hay dos aperturas, llamadas orificios nasales o narinas, separadas por el tabique.
- B) *Porción interna.* Es una gran cavidad situada en la parte anterior del cráneo, abajo del hueso nasal y arriba de la boca, que también incluye músculos y mucosa. En el plano anterior, la porción interna se fusiona con la externa, mientras que en la posterior se comunica con la faringe por los orificios posteriores de la nariz. Las paredes laterales de esta porción se hallan formadas por los huesos etmoides, maxilares superiores, lagrimales, palatinos y cornetes nasales inferiores. Además, el etmoide es parte del techo de la nariz. El suelo de la porción interna está formado por los huesos del paladar y las apófisis palatinas de los maxilares superiores, que en conjunto constituyen el paladar duro.

El espacio ubicado en la porción interna se denomina cavidad nasal, que el tabique divide en dos fosas: derecha e izquierda. La porción anterior corresponde al cartílago hialino, mientras que el resto se forma con el vómer, la lámina perpendicular del etmoide, los maxilares superiores y los palatinos. La parte anterior de la cavidad nasal, que se encuentra justo dentro de los orificios anteriores de la nariz, se llama vestíbulo y está rodeada por cartílago, mientras que la parte superior de la cavidad nasal se encuentra circundada por huesos.

Cuando el aire entra por los orificios anteriores de la nariz, pasa primero por el vestíbulo, que tiene un revestimiento de piel provista de pelos gruesos, los cuales sirven para filtrar partículas de polvo grandes. Los cornetes subdividen cada fosa nasal en una serie de conductos a manera de surcos: los meatos nasales superiores, medio e inferior.

Los receptores olfatorios se sitúan en la membrana que reviste el cornete nasal superior y el tabique adyacente, región llamada epitelio olfatorio. En un plano inferior a éste se ubica la mucosa que contiene capilares y epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado, con numerosas células caliciformes que secretan moco. Los cilios mueven el moco y las partículas de polvo atrapadas hacia la faringe, donde la persona las pueden escupir o deglutir.

Faringe

También llamada garganta, es un conducto de unos 13 cm de longitud que tiene su inicio en los orificios posteriores de la nariz y llega hasta el nivel del cartílago cricoides (al nivel de la sexta o séptima vértebra cervical), situado en el extremo inferior de la laringe. La faringe se ubica justo en el plano posterior a la boca y nariz, arriba de la laringe y por delante de las vértebras cervicales.

Su pared se compone de músculos y tiene revestimiento de mucosa. Es el conducto por el que pasan el aire y los alimentos. Consta de una cámara de resonancia para la voz y constituye el sitio donde se alojan las amígdalas. Se divide en tres regiones anatómicas:

1. *Nasofaringe*. Su pared posee cinco aberturas: los dos orificios posteriores de la nariz, otros dos que comunican con las trompas de Eustaquio y la abertura que comunica con la bucofaringe. Posee revestimiento de epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado, en el que los cilios desplazan el moco hacia la parte inferior de la faringe.
2. *Bucofaringe*. Porción intermedia de la faringe; posee una sola abertura llamada fauces, que es el paso de la boca a la faringe. Tiene revestimiento de epitelio escamoso estratificado no queratinizado.
3. *Laringofaringe* o *hipofaringe*. Porción inferior de la faringe que principia a la altura del hueso hioides y que conecta el esófago con la laringe. Se encuentra revestida por epitelio escamoso estratificado no queratinizado.

Laringe

Conducto corto que conecta la laringofaringe con la tráquea. Se ubica en la línea media del cuello, por delante de las vértebras cervicales C4 y C6. Está integrada por nueve cartílagos, tres de ellos son pares: *tiroides*, *cricoides* y *epiglotis*, y los otros seis, pares: *aritenoides*, *cuneiformes* o *de Santorini* y *corniculados* o *de Wrisberg*. Además consta de dos placas fusionadas de cartílago hialino que constituyen su pared anterior y le confieren su forma angular.

La epiglotis es una gran estructura de cartílago elástico en forma de hoja que está cubierta con epitelio. Durante la deglución, se elevan tanto la faringe como la laringe, cuando ésta sube se ensancha para recibir los alimentos o bebidas, mientras que la elevación de la laringe hace que descienda el borde libre de la epiglotis y forme una cubierta sobre la glotis, con lo cual la cierra. Este mecanismo hace posible que los alimentos y líquidos fluyan hacia el esófago e impide que se mantengan dentro de la laringe.

- A) *Cartílago tiroides*. Adopta la forma de un libro abierto con el lomo hacia adelante. Lo constituyen dos láminas que convergen por delante y por abajo. En los varones se unen formando un ángulo agudo, que tiene un punto más elevado, que se conoce como manzana o bocado de Adán.
- B) *Cartílago cricoides*. Consiste en un anillo de cartílago hialino que forma la pared inferior de la laringe.
- C) *Cartílago aritenoides*. Se compone de estructuras triangulares constituidas principalmente por cartílago hialino; se localiza en el borde posterosuperior del cricoides y une a las cuerdas vocales con los músculos faríngeos intrínsecos.
- D) *Cartílagos corniculados*. Tienen forma de cuerno y están formados por cartílago elástico; se localizan en el vértice de cada cartílago aritenoides.
- E) *Cartílagos cuneiformes*. Estructuras en forma de maza situadas en plano anterior a los corniculados, brindan sostén a las cuerdas vocales y porciones laterales de la epiglotis.

En el plano situado por arriba de las cuerdas vocales, la laringe tiene revestimiento de epitelio escamoso no queratinizado estratificado. Por debajo de ellas, su epitelio es cilíndrico ciliado pseudoestratificado y consta de células cilíndricas ciliadas, caliciformes y basales.

Los cilios de las vías respiratorias superiores desplazan el moco y las partículas que atrapan hacia abajo, en dirección a la faringe, mientras que los de las vías respiratorias inferiores lo hacen hacia arriba, también hacia la faringe.

Tráquea

Conducto tubular por el que fluye aire; tiene unos 12 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro. Se localiza delante del esófago y abarca desde la laringe hasta el borde superior de la vértebra T5, donde se divide en los bronquios primarios derecho e izquierdo.

Las capas que integran la pared traqueal, de la más profunda a la superficial son:

1. *Mucosa*. Tiene una capa de epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado y otra subyacente de lámina propia, que incluye fibras elásticas y reticulares. El epitelio está formado por células basales, células caliciformes y cilíndricas ciliadas, que llegan a la superficie luminal.
2. *Submucosa*. Tejido conectivo areolar integrado por glándulas seromucosas y sus conductos.
3. *Cartílago hialino*. Forma de 16 a 20 anillos horizontales incompletos, con forma de letra C, apilados uno sobre otro. Su extremo abierto se dirige hacia el esófago y se estabiliza por la acción de las fibras de músculo liso transversal, llamado músculo traqueal, y del tejido conectivo elástico.
4. *Adventicia*. Está formada por tejido conectivo areolar que une a la tráquea con los tejidos circundantes.

Bronquios

La tráquea se bifurca en los bronquios primarios derecho e izquierdo, que se dirigen a los pulmones respectivos. El bronquio primario derecho es más vertical, corto y ancho que el izquierdo. A semejanza de la tráquea, los bronquios primarios poseen anillos incompletos de cartílago y revestimiento de epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado.

En el punto donde la tráquea se divide en los bronquios derecho e izquierdo hay un reborde interno, llamado carina, cuya mucosa es una de las áreas más sensibles de la laringe y la tráquea, en virtud de que se encarga de desencadenar el reflejo de la tos o tusígeno.

Después de entrar a los pulmones, los bronquios primarios se subdividen en otros más pequeños, los bronquios secundarios (o lobulares), uno para cada lóbulo pulmonar (el pulmón izquierdo posee dos lóbulos, y el derecho tres). A su vez, los bronquios secundarios dan origen a otros de menor calibre: los bronquios terciarios (o segmentarios), que se ramifican en bronquiolos. Éstos se dividen repetidas veces hasta llegar a los más pequeños, que se denominan bronquiolos terminales. Esta ramificación considerable de la tráquea semeja un árbol invertido, por lo que suele llamarse árbol traqueobronquial.

En los bronquios, el epitelio es cilíndrico ciliado pseudoestratificado y cambia en los bronquiolos terminales a cúbico sencillito no ciliado (en las regiones recubiertas con este epitelio, los macrófagos se encargan de eliminar las partículas inhaladas). Los anillos cartilaginosos incompletos de los bronquios primarios son sustituidos, de manera gradual, por placas de cartílago, que están ausentes en las ramas más pequeñas, y conforme disminuye la cantidad de cartílago aumenta la de músculo liso.

Pulmones

Son dos órganos cónicos situados en la cavidad torácica. Entre ellos se encuentra el corazón y otras estructuras del mediastino. Dos capas de membrana serosa los protegen y envuelven, la pleura. La superficial reviste la pared de la cavidad torácica y recibe el nombre de pleura parietal, mientras que la profunda o pleura visceral sirve como envoltura de ambos pulmones. Entre ambas capas hay un reducido espacio, la cavidad pleural, que contiene un pequeño volumen de líquido lubricante, que secreta la pleura, el cual reduce la fricción entre ellas y permite que se deslicen una sobre la otra durante los movimientos respiratorios.

Los pulmones abarcan desde el diafragma hasta un punto situado en un plano ligeramente superior a las clavículas y llegan hasta las costillas, tanto en su plano anterior como en el posterior. La porción inferior o base pulmonar es cóncava y se ubica sobre la superficie convexa del diafragma. La porción superior, que es más angosta, constituye su vértice. La parte de los pulmones, llamada superficie costal se adapta a la curvatura de las costillas. La superficie mediastínica de cada pulmón posee una región, el hilio, por la cual entran y salen los bronquios, vasos sanguíneos y linfáticos, así como los nervios. Estas estructuras, que se mantienen unidas por la pleura y tejido conectivo, constituyen la raíz del pulmón. En el plano medial, el pulmón izquierdo también tiene una escotadura que da cabida al corazón, por lo cual el pulmón izquierdo es casi 10% menor al derecho.

Lóbulos, cisuras y lobulillos

Una o más fisuras dividen en lóbulos a los pulmones. En el derecho se distinguen dos cisuras, mayor y menor, que lo dividen en tres partes, denominadas lóbulos, superior, medio e inferior. La cisura oblicua separa el lóbulo superior del inferior; la horizontal subdivide el lóbulo superior con lo que forma el lóbulo medio. El izquierdo también tiene una cisura oblicua que lo divide en dos lóbulos, superior e inferior.

El bronquio primario derecho se divide en tres: los bronquios secundarios (superior, medio e inferior), mientras el bronquio primario izquierdo se ramifica en bronquios secundarios superior e inferior. Cada lóbulo recibe un bronquio secundario. En el parénquima pulmonar, los bronquios secundarios dan origen a los bronquios terciarios, constantes en su origen y distribución: diez en cada pulmón. Éstos se distribuyen en los segmentos broncopulmonares. Cada segmento posee numerosos compartimientos pequeños, llamados lobulillos, que cuentan con una envoltura de tejido conectivo elástico y poseen un vaso linfático, una arteriola, una vénula y la rama de un bronquiolo terminal. Este último se subdivide en las llamadas, ramas microscópicas: los bronquiolos respiratorios. A medida que los bronquiolos penetran en capas cada vez más profundas de los pulmones, su revestimiento epitelial cambia de cúbico sencillo a escamoso sencillo. Los bronquiolos espiratorios se subdividen en varios conductos alveolares (que pueden ir de dos a 11).

Bibliografía

PRÓ, E. Adrián, *Anatomía clínica*, 1.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2012, pp. 444-464.
TORTORA, Gerard J., *Principios de anatomía y fisiología*, 11.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2012.

Materiales

El alumno deberá traer al laboratorio:

Bata, manual, lápiz, sacapuntas, pluma.

Material que proporcionará el laboratorio:

Cañón de proyección, computadora, maniqués.

Actividades previas a la práctica

1. El alumno leerá y aplicará sus conocimientos sobre las características morfológicas del aparato respiratorio.
2. Buscará y entenderá el significado de los siguientes términos:

Bronquio secundario:

Bronquiolo:

Dicotómico:

Hematosiis:

Senos paranasales:

Glottis:

Cuneiforme:

PRÁCTICA 10. APARATO RESPIRATORIO

Superficie luminar:

Mediastino:

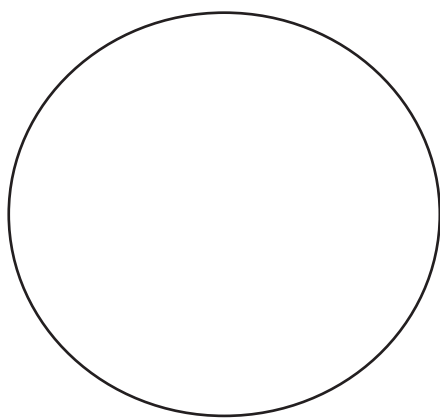
Diafragma:

3. Antes de iniciar la práctica, el alumno habrá de entregar: esquemas anatómicos, elaborados por él mismo, de tráquea, bronquios y pulmones, en diferentes vistas y cortes.

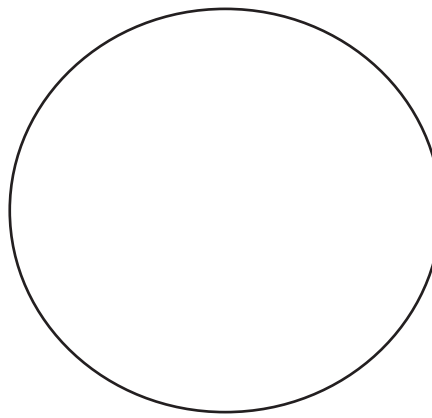
Actividades de la práctica

I. El alumno dibujará imágenes histológicas del aparato respiratorio.

Observación de laminillas



Laminilla 1 (tráquea)



Laminilla 2 (alvéolo)

II. Los alumnos formarán grupos de tres integrantes y pasarán por las siguientes estaciones, donde realizarán las actividades que a continuación se indican:

Estación 1. Identificar y señalar, en el maniquí, los componentes de las fosas nasales, así como las porciones de la faringe, en corte sagital.

Estación 2. Identificar y señalar, en el maniquí, los componentes de tráquea y árbol bronquial.

Estación 3. Identificar y señalar, en el maniquí de tráquea: los bronquios y pulmones, los elementos que se encuentran en la configuración externa de acuerdo a la descripción expuesta en el sustento teórico.

Estación 4. Realizar, en los cuadros siguientes, lo que se pide, de acuerdo a la presentación de imágenes que se exhibirán a todo el grupo.

III. Responder las siguientes preguntas, de acuerdo a las imágenes de tráquea, bronquios y pulmones que les presente el docente. Establecer la correspondencia numérica entre la pregunta y el número de imagen.

1. Anotar los diámetros y extensión.

2. ¿Cuál es la diferencia con el del lado opuesto en cuanto a su dirección y diámetros?

3. ¿Cuál es la diferencia con el del lado opuesto en cuanto a su longitud y diámetros?

4. Nombrar los bronquios secundarios que emite.

5. Nombrar los bronquios secundarios que emite.

Identificar lo que se señala y contestar lo que se pide en el cuadro correspondiente al dibujo de pulmón (i).

1. Aquí se aloja.

2. Nombre de la estructura.

PRÁCTICA 10. APARATO RESPIRATORIO

3. Este surco corresponde a:

4. Nombre de la estructura (nótese ya dividida).

5. Este surco corresponde a:

6. ¿Qué situación guardan estas venas en relación a las estructuras con que se relacionan?

7. Nombre del ligamento.

Identifique lo que se señala y conteste lo que se le pide en el cuadro correspondiente al dibujo de pulmón (ii).

8. Este surco corresponde a:

9. ¿Cómo es esta estructura en este pulmón?

10. ¿Dónde desembocan estas estructuras?

11. Nombrar la estructura y mencionar su situación con el resto de las estructuras.

12. Nombre.

13. Nombre.

14. Nombre.

iv. Comentar, con sus compañeros, la práctica realizada, y, en equipos de tres, dar respuesta a las preguntas de correlación

Cuestionario

15. ¿Cuál es la diferencia entre bronquio y bronquiolo?

16. ¿Qué funciones desempeña la laringe?

17. Describa los tipos de mucosa que tiene la cavidad nasal.

18. Describa la hematosis.

PRÁCTICA 10. APARATO RESPIRATORIO

v. Explicar, en media cuartilla, a manera de conclusión, cuál es la importancia del conocimiento del aparato respiratorio en el diagnóstico de las enfermedades en pacientes que serán atendidos por profesionales del área de la salud.

PRÁCTICA 11

APARATO DIGESTIVO

Competencias y habilidades

El alumno conocerá e identificará los elementos estructurales macroscópicos y microscópicos del tubo digestivo, así como los cambios que ocurren durante el desarrollo embriológico, a partir de imágenes histológicas y la manipulación de modelados anatómicos. Además deducirá la importancia de este conocimiento para los profesionales del área de Ciencias de la Salud.

Fundamento teórico

El **tracto gastrointestinal (GI)** o **tubo digestivo** es un tubo continuo que se extiende desde la boca hasta el ano e incluye los siguientes órganos: boca, parte de la faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Tiene una longitud de 9 metros en cadáver; pero es más corto en los individuos vivos, debido a la contracción de sus paredes.

Entre los órganos digestivos accesorios se hallan: dientes, lengua, glándulas salivales, hígado, vesícula biliar y páncreas.

El aparato digestivo realiza seis procesos fisiológicos:

1. Ingestión.
2. Secreción.
3. Mezcla y propulsión.
4. Digestión.
5. Absorción.
6. Defecación.

EMBRIOLOGÍA

El intestino primitivo se forma durante la cuarta semana, cuando los pliegues cefálico, caudal y lateral incorporan una porción de saco vitelino al embrión. El endodermo del intestino primitivo da origen al revestimiento epitelial de la mayor parte del aparato digestivo y conductos biliares, junto con el parénquima de sus glándulas, incluyendo hígado y páncreas. El epitelio de los extremos craneales y caudal de este aparato derivan del ectodermo, del estomodeo y procotodeo, respectivamente. Los componentes musculares y de tejido conjuntivo del aparato digestivo proceden de mesénquima esplácnica que rodea al intestino primitivo.

Con fines descriptivos, el intestino primitivo se divide en intestino anterior, intestino medio e intestino posterior.

El **intestino anterior** da origen a la faringe, al aparato respiratorio inferior, al esófago, al estómago, a la porción proximal del duodeno, al páncreas, al hígado y al aparato biliar.

A partir del intestino anterior se desarrolla el esófago, que es inmediatamente caudal a la faringe. Hacia la mitad de la cuarta semana se forma una ligera dilatación en la porción distal de la estructura tubular que constituye el intestino anterior. Este ensanchamiento corresponde a la ubicación del primordio del estómago.

Por otra parte, el divertículo hepático da origen al primordio del hígado, a la vesícula biliar y al sistema de conductos biliares; constituye una evaginación del revestimiento epitelial endodérmico del intestino anterior. El páncreas aparece entre las capas de mesenterio, a partir de las yemas pancreáticas dorsal y ventral de células endodérmicas que surgen de la porción caudal del intestino anterior. La yema pancreática ventral forma la mayor parte de la cabeza del páncreas también el proceso uncinado. La yema pancreática dorsal origina el resto de este órgano.

El **intestino medio** da lugar al duodeno (distal al conducto biliar), yeyuno, íleon, ciego, apéndice, colon ascendente y la mitad a dos tercios derechos del colon transversal; forma un asa intestinal en U que se hernia hacia el cordón umbilical durante la sexta semana, por falta de espacio (herniación fisiológica). Durante la décima semana regresa a cavidad abdominal.

Del **intestino posterior** deriva al tercio distal del colon transversal hasta la porción superior del conducto anal, en tanto que la porción distal del conducto anal surge del ectodermo. El recto y la parte superior del conducto anal están separados por la membrana anal, la cual, normalmente, se rompe hacia el final de la octava semana.

ANATOMÍA E HISTOLOGÍA

El aparato digestivo se compone del tracto digestivo y las glándulas digestivas anexas. El **tracto digestivo** se extiende desde la boca hasta el ano. Su función es transportar nutrientes en dirección del ano. Además, durante el tránsito de los nutrientes, los somete a digestión mecánica y química para absorber los productos de degradación. Los componentes alimenticios no digeridos son eliminados como heces, junto con moco, bacterias y células descamadas. El tracto se divide en varias secciones principales y secundarias. Las principales son **boca** (que incluye **faringe**), **esófago**, **estómago e intestinos**.

El **tubo digestivo**, que abarca desde el esófago hasta el recto, está compuesto por cuatro capas histológicas, las cuales son: mucosa, submucosa, muscular y serosa. También tiene **glándulas anexas**; entre ellas, tres pares de glándulas salivales: **parótidas, submaxilares y sublinguales**; además cuenta, de manera complementaria, con dos grandes glándulas relacionadas con el intestino delgado: el **hígado** y el **páncreas**.

Cavidad oral

La **boca** es el primer segmento del tracto digestivo. Se encuentra situada en la parte inferior de la cara, donde se lleva a cabo la masticación y la insalivación de los alimentos. Es un espacio irregular, limitado por los labios, las mejillas y el paladar, que contiene los dientes, las encías y la mayor parte de la lengua. Está recubierta por una membrana mucosa de epitelio plano estratificado y una lámina propia conjuntiva.

Labios y mejillas. Conformen las paredes, anterior y laterales de la cavidad oral. Alrededor de la boca se encuentra el músculo estriado orbicular de los labios. La superficie de la cavidad incluye la zona cutánea, la zona roja de transición y la mucosa oral. En la parte roja o **prolabio**, el epitelio es córneo y delgado, sin pelos ni glándulas. La superficie interna de la cavidad oral tiene un recubrimiento de epitelio plano estratificado, en su mayor parte no queratinizado, lo mismo que la cara interna de las mejillas. Bajo la mucosa se halla la submucosa, que la fija al plano muscular.

Las **encías** tienen epitelio estratificado queratinizado y forman papilas interdentes muy vascularizadas. La lámina propia posee fibras de colágeno que se fijan al periostio.

El **paladar duro** es una estructura ósea que abarca la parte anterior del techo de la cavidad oral; tiene un recubrimiento de mucosa queratinizada y se halla fijo al periostio. El **paladar blando** está constituido por músculo estriado, cubierto por mucosa no queratinizada y de estructura membranosa; está en relación con la faringe, y el epitelio es pseudoestratificado ciliado.

La **lengua** se ubica en el suelo de la boca, constituye un órgano muscular que contribuye a colocar el alimento entre los dientes y desempeña un importante papel en la deglución y en el sentido del gusto, así como en el habla. Se divide, para su estudio, en el **cuerpo** y la **raíz**. En la región dorsal tiene un surco en V (surco terminal) con vértice posterior y una pequeña cavidad, el **agujero ciego** de donde se origina la glándula tiroides. Posee cuatro tipos de papilas linguales (gustativas): filiformes, fungiformes (coroliformes), caliciformes (circunvaladas) y foliadas.

Las **papilas filiformes** son abundantes, pequeñas y con epitelio gris. Las **papilas fungiformes** están aisladas entre sí, dispersas por la lengua y en número mucho menor a las filiformes; por su aspecto se asemejan a hongos y contienen corpúsculos gustativos aislados. Las papilas **caliciformes** o **circunvaladas** están colocadas delante de la V lingual, son las más grandes en número de 10, no están queratinizadas y poseen numerosos corpúsculos gustativos. Las **foliadas**, localizadas en la parte posterior de los bordes linguales, tienen numerosos corpúsculos gustativos.

En las fauces (espacio situado en la parte posterior de cavidad oral que permite la comunicación con la orofaringe, el cual se encuentra limitado por el paladar blando en la parte superior y la lengua en la parte inferior) se observa un anillo linfático (**MALT**) de **Waldeyer**, formado por las amígdalas **linguales**, las **faríngeas** y las **palatinas**.

La cavidad oral tiene glándulas anexas que secretan **saliva**, la cual constituye una solución de proteínas, glucoproteínas, hidratos de carbono y electrolitos, con **ptialina**, **lipasa lingual**, **IgA**, **lisozima**, **lactoferrina** y **haptocorrina** que fija la vitamina B₁₂.

En el ser humano se desarrollan dos juegos de **dientes**: los **deciduos** (de leche) y los **perennes** o **permanentes**. Cada pieza dental consta de una **corona**, **raíz**, el **cuello** y una cavidad que contiene la **pulpa dentaria**. El tejido dentario se compone de *dentina*, *esmalte* y *cemento*.

Faringe

Conducto muscular con forma de embudo, que comunica con la cavidad nasal y la cavidad oral. La laringe se divide, para su estudio, en nasofaringe (de la base del cráneo al velo del paladar), orofaringe (del velo del paladar al hioides) y laringofaringe (del hueso hioides a su unión con el esófago). Tiene funciones respiratorias y digestivas; está constituida por músculo esquelético y cubierta por mucosa.

Estructura general del tubo digestivo

El tracto digestivo, formado por **esófago**, **estómago**, **intestino delgado** e **intestino grueso**, tiene cuatro tunicas: la **mucosa**, la **submucosa**, la **muscular** y la **adventicia** o **serosa** (peritoneo). Excepto en el estómago, la muscular se compone por una capa circular interna y una capa longitudinal externa.

La inervación del tubo digestivo forma dos plexos nerviosos, el **mientérico (de Auerbach)** entre las dos capas musculares, y el **submucoso (de Meissner)**. Ambos contienen neuronas postganglionares parasimpáticas y prolongaciones nerviosas.

Esófago

Es un conducto de 25 a 30 cm de longitud, y su diámetro llega a ser de 2 a 3 cm, con variaciones debidas a sus estrechamientos; se extiende entre la faringe y el estómago; transporta el alimento al estómago y secreta moco. Es de luz es pequeña, epitelio plano estratificado, y escasos folículos linfoides. Su túnica **muscular** tiene una circular interna y una longitudinal externa, que es estriada en el tercio superior, mixta en el tercio medio y lisa en el inferior. Sus últimos 2 cm están envueltos por peritoneo; tiene un esfínter superior y otro inferior, ambos fisiológicos.

Estómago

Es la parte más ensanchada del tracto digestivo y tiene forma de saco; comunica el esófago con el intestino delgado. En este órgano, el alimento se transforma en **quimo**. Una vez que termina la parte estomacal de la digestión y se forma el quimo, éste es liberado en pequeñas porciones al intestino delgado, donde prosigue la digestión y se realiza la absorción de nutrientes.

El estómago se divide en diversas áreas y varios puntos de referencia. La unión del esófago con el estómago se denomina **cardias**, y la salida de este órgano hacia el duodeno se llama **píloro**. La parte que está a la izquierda del cardias se denomina **fundus**. El borde cóncavo derecho constituye la **curvatura menor**, y el convexo izquierdo, la **curvatura mayor**. La parte central se denomina **cuerpo**. Éste tiene una hendidura en su extremo inferior, que lo separa de la región **pilórica**, formada por una porción ensanchada, que se llama **antro**, y, al final, se halla el **conducto pilórico**, que desemboca en el duodeno.

La mucosa gástrica es gruesa y aloja numerosas glándulas. En su superficie tiene muchos pliegues con aspecto de circunvoluciones, limitadas por surcos irregulares. En cada pliegue hay una o más depresiones que corresponden a invaginaciones de la mucosa, denominadas **fovéolas gástricas**, en las que se abren *las glándulas gástricas*.

Aunque el revestimiento de la mucosa gástrica es equivalente en todas sus porciones, es posible diferenciarla en tres zonas, según el tipo de glándulas que contiene: **región cardial**, **región fúndica** y **región pilórica**.

Se denomina región cardial a una pequeña zona anular que rodea al cardias. En ella se encuentran las glándulas cardiales, formadas fundamentalmente por células mucosas y, con menor frecuencia, por células endócrinas secretoras de gastrina.

La región fúndica corresponde al fundus y al cuerpo del estómago, y contiene las glándulas fúndicas, productoras de jugo gástrico. Se halla conformada por cinco tipos de células: principales, parietales, células de mucosas del cuello, células endócrinas y células madre pluripotentes.

Las células principales producen pepsinógeno; las células parietales u oxínticas son productoras de ácido clorhídrico (que elimina la mayor parte de las bacterias, por lo que el quimo es casi estéril) y factor intrínseco (glucoproteína necesaria para la absorción de vitamina B12). Las células mucosas del cuello secretan moco, que participa en el mantenimiento de la barrera mucosa que protege al estómago. Las células madre pluripotentes se localizan en el istmo. Las células endócrinas se encuentran en todos los niveles de la glándula, sobre todo en la base, y secretan más de veinte agentes reguladores peptídicos y polipeptídicos de tipo hormonal.

La **región pilórica** tiene fosetas gástricas muy profundas, en las cuales se abren glándulas tubulosas simples o ramificadas, muy semejantes a las glándulas de la región cardial.

Intestino delgado

Es tubular y mide de 5 a 7 metros de largo, se extiende desde el píloro hasta la válvula ileocecal y se divide en **duodeno**, **yeyuno** e **íleon**. El intestino delgado degrada el quimo, y se absorben los nutrientes. El duodeno es la parte inicial del intestino delgado, y se extiende desde el píloro al ángulo duodenoyeyunal; es decir, interpuesta entre el estómago y el yeyuno. El yeyuno y el íleon constituyen la parte del intestino delgado comprendida entre la flexura duodenoyeyunal (en su extremo proximal) y la unión ileocecal (en el extremo distal).

Desde el punto de vista histológico, la pared del intestino delgado está integrada por las cuatro capas que forman el tubo digestivo: mucosa, submucosa, muscular y serosa. Su pared interna tiene tres estructuras características: **pliegues submucosos de Kerkring**, **vellosidades intestinales** de la lámina propia y células con **microvellosidades**. Estas estructuras incrementan la superficie intestinal 3, 10 y 20 veces, respectivamente.

Las vellosidades intestinales son evaginaciones de la mucosa (epitelio y lámina propia) que se proyectan a la luz del intestino delgado. Su longitud varía entre 0.5 y 1.5 mm; son de forma foliácea en el duodeno, pero tienen aspecto digitiforme en el íleon.

El epitelio del intestino delgado es cilíndrico simple y lo integran diversos tipos de células especializadas (**absortivas**, **caliciformes**, **de Paneth**, **células enteroendocrinas**, **células madre pluripotentes** y **células M**).

Las células absortivas forman el borde en cepillo o chapa estriada, y cuentan con microvellosidades que aumentan, más o menos, veinte veces la superficie mucosa.

En el fondo de las criptas de Lieberkühn se hallan las células de Paneth, que contienen zinc, son fagocíticas y secretan lisozima.

Las células enteroendócrinas, llamadas también **enterocromafines** (EC), contienen serotonina. Las productoras de **somatostatina** (células D) ejercen acción paracrina, que limita la motilidad intestinal. Las productoras de **gastrina** (células G) son escasas en el duodeno y en las glándulas de Brunner. Las productoras de **secretina** (células S) se localizan en la porción superior del intestino delgado y sintetizan secretina; estimulan la liberación de jugo pancreático, con elevado contenido de bicarbonato y agua, pero escasas enzimas. Las productoras de **colecistocinina** (células I) favorecen la contracción y el vaciamiento de la vesícula biliar.

Por su parte, las **células K** secretan la hormona **péptido gástrico inhibidor** (GIP) de la motilidad gástrica. Se ha demostrado que existen células A, secretoras de glucagón, y células N, productoras de neurotensina.

Los abundantes linfocitos de la lámina propia forman folículos linfáticos aislados, conocidos como **folículos solitarios** que confluyen en la cara antimesentérica, donde forman las **placas de Peyer**; se encuentran casi exclusivamente en el íleon.

La **túnica submucosa** se ubica debajo de la mucosa y constituye una capa densa de tejido conectivo que contiene vasos sanguíneos y linfáticos. El duodeno incluye **glándulas de Brunner**, cuya secreción es ligeramente alcalina, compuesta de moco protector, lisozima e IgA.

La **túnica muscular** posee una capa circular interna y una longitudinal externa, con un plexo mientérico. En ayuno, la motilidad del ID forma los llamados complejos migrantes.

Intestino grueso

El intestino grueso tiene alrededor de 1.5 m de largo y 6.5 cm de diámetro, que disminuye de manera gradual, desde el ciego hasta el colon sigmoide. Se halla fijo a la pared posterior por el

mesocolon, que es una gruesa capa doble de peritoneo; es la porción de tubo digestivo que continúa después del íleon. Se extiende desde el orificio ileal (válvula ileocecal) hasta el ano, donde se abre al exterior. La disposición que adopta el intestino grueso en la cavidad abdominal se denomina marco cólico.

Las cuatro regiones estructurales principales que constituyen el intestino grueso son:

1. **Ciego.** Situado por debajo del orificio ileal, junto con el apéndice vermiforme.
2. **Colon.** Consta de distintas porciones: colon ascendente, que se flexiona y forma el ángulo cólico derecho (hepático), para dar lugar al colon transversal, el cual se flexiona y forma el ángulo cólico izquierdo (esplénico), que se continúa con el colon descendente y colon sigmoide.
3. **Recto.** Porción distal que se extiende desde el colon sigmoide hasta el conducto anal (a unos 13 a 15 cm del ano).
4. **Conducto anal.** Última porción del intestino grueso, que comienza con las columnas anales, a nivel de la unión anorrectal y, luego de un trayecto de 3 a 4 cm, termina en el ano.

La mucosa del intestino grueso no tiene válvulas ni vellosidades; en su lugar, se advierten dilataciones segmentarias conocidas como **haustros**. Sin embargo, contiene glándulas tubulares rectas que ocupan todo el espesor de esta capa y están revestidas de epitelio cilíndrico simple. Además, posee **células absortivas**, que son semejantes a los enterocitos y cuya función principal es absorber agua. Por otra parte, las **células caliciformes** son más abundantes que en el intestino medio y facilitan el paso de contenidos sólidos. Las **células de Paneth** sólo se observan en las personas jóvenes.

La túnica muscular se dispone de manera distinta, ya que la parte externa está organizada en tres finas bandas, llamadas **tenias del colon**, y sólo en el recto, la longitudinal se hace uniforme. Las contracciones del intestino grueso son similares a las del delgado, pero la segmentación es local y no propulsiva. La peristalsis produce movimientos masivos propulsivos distales, que son poco frecuentes. La submucosa y la serosa son semejantes a las del resto del tubo digestivo. Cabe destacar que la luz del apéndice vermiforme es muy estrecha y posee abundancia de nódulos linfáticos; además, su capa muscular externa es completa.

Glándulas anexas

Hígado. Se considera que es una glándula anexa al sistema digestivo; produce bilis y la vierte en la vesícula biliar, que la almacena para luego secretarla al duodeno. El hígado es el órgano más voluminoso del organismo. Se localiza debajo del diafragma, por encima del duodeno y delante del estómago (en el hipocondrio derecho); tiene como protección la parrilla costal. Dispone de un sistema vascular específico que consta de la **arteria hepática** (a través de la cual le llega la sangre) y de la **vena porta hepática**. La sangre sale del hígado por las **venas hepáticas**, que son afluentes voluminosos de la vena cava inferior.

El hígado se halla recubierto por la **cápsula de Glisson**, que es una capa de revestimiento de tejido conjuntivo denso, que a su vez está recubierta por la serosa peritoneal en los sitios donde la glándula no se adhiere directamente al diafragma o a otras vísceras. El **parénquima hepático** se compone principalmente de hepatocitos y está segmentado en lobulillos por **estroma** de tejido conjuntivo reticular.

Vías biliares. El hígado produce la **bilis**, que se evacúa a través de los **conductos biliares**. En sus primeros tramos, este sistema de conductos corre de manera **intrahepática**. Los conductos

provenientes de los segmentos hepáticos se unen para constituir (en el sistema portahepático) los **conductos hepáticos derecho e izquierdo**, que salen del hígado. Ambos se unen y dan origen a la vía biliar principal: el **conducto hepático común**. Éste recibe al **conducto cístico** (que pertenece a la vía biliar accesoria) y en conjunto forman el **colédoco**, el conducto principal que transporta la bilis hasta la porción descendente del duodeno. El conducto cístico sale de la **vesícula biliar** y más adelante se une al hepático común.

Páncreas. Glándula mixta, tanto endócrina (sus **islotes de Langerhans** secretan enzimas) como exócrina (glándula acinar compuesta). Su secreción interna se compone de **insulina**, **glucagón**, **somastotatina** y **polipéptido pancreático**, que se vierten en la sangre. Estas hormonas ejercen una acción fundamental en la regulación del metabolismo. La secreción externa constituye el **jugo pancreático**, que se vierte en el duodeno por los conductos pancreáticos y pancreático accesorio.

Se encuentra situado junto al duodeno, que enmarca su cabeza en el extremo derecho. Además está íntimamente relacionado con el conducto colédoco. La porción izquierda del páncreas se afina en forma progresiva en dirección al bazo. Es un órgano profundo, adosado a la pared posterior del abdomen, en ubicación prevertebral. Se distinguen en él: cabeza, cuello, cuerpo y cola.

Bibliografía

- ARTEAGA MARTÍNEZ y García Peláez, *Embriología humana y biología del desarrollo*, Editorial Médica Panamericana, 2013.
- GARCÍA, M. R., L. A. Rodríguez y F. J. I. Sotelo, *Biología del desarrollo prenatal humano. Prácticas de laboratorio*, 1.ª edición, Universidad Autónoma de Zacatecas, México, 2004, pp. 195-203.
- MOORE, K. y A. Dalle, *Anatomía con orientación clínica*, 4.ª edición, Editorial Médica Panamericana, pp. 15-27, 2012.
- MOORE, K. L. y T. V. N. Persaud, *Embriología clínica*, 8.ª edición, España, Elsevier Saunders, pp. 2008, 212-222 y 224,235.
- TORTORA, G. J. y B. Erickson, *Principios de anatomía y fisiología*, 11.ª edición, Editorial Médica Panamericana, 2007, pp. 902-911, 914,917, 918, 927-930, 937-940, 945-946.

Materiales

Material que deberá traer el alumno:

Bata, manual, lápiz, sacapuntas, pluma y lápices de colores.

Material que proporcionará el laboratorio:

Cañón, computadora y maniqués.

Actividades previas a la práctica

1. El alumno deberá buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Proctodeo:

Estomodeo:

Célula parietal y factor extrínseco:

Célula caliciforme:

Vellosidad intestinal:

Microvellosidad:

Membrana faríngea:

Membrana cloacal:

Peristalsis:

Aclorhidria:

Haustras:

Uncinado:

Gránulos zimógenos:

Placas de Peyer:

PRÁCTICA 11. APARATO DIGESTIVO

Insulina:

Somatostatina:

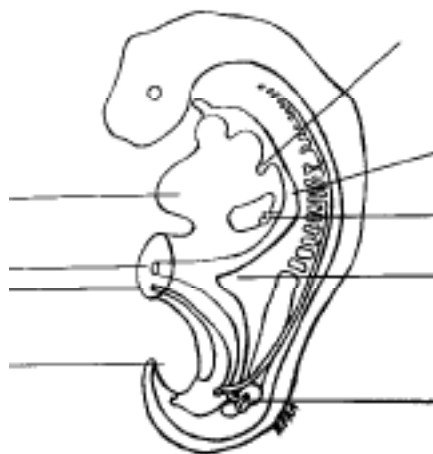
Jugo pancreático:

Parénquima:

Estroma:

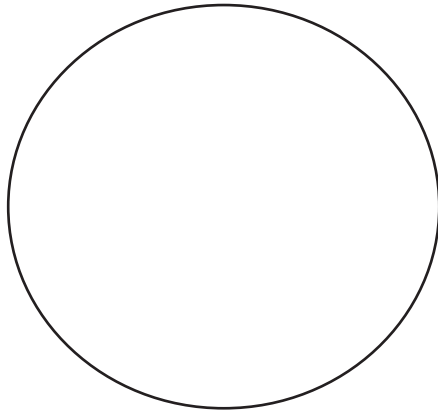
Actividades de la práctica

2. En la siguiente figura, que representa un embrión humano de cuatro semanas, indicar dónde se localizan los intestinos anterior, medio y posterior, además de colocar el nombre a las estructuras indicadas.

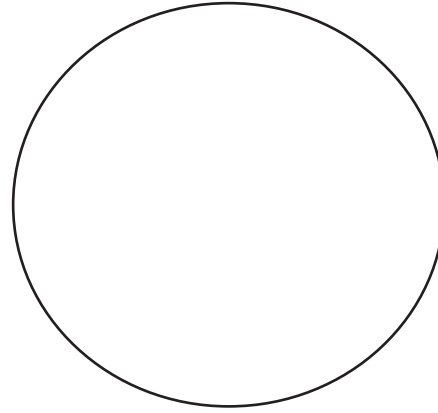


3. Observar e identificar imágenes y/o preparados histológicos (en el microscopio óptico). En los siguientes espacios marcados, dibujar los cortes observados durante la sesión práctica.

Observación de laminillas



Laminilla 1



Laminilla 2

4. Los alumnos formarán grupos de tres integrantes y pasarán por las siguientes estaciones donde realizarán las actividades que a continuación se indican:

Estación 1. Identificar y demostrar las relaciones que existen entre los componentes del aparato digestivo.

Estación 2. Identificar, en el maniquí, los diferentes elementos del sistema digestivo y relacionarlos entre sí con los diferentes aparatos y sistemas.

Cuestionario

1. Enunciar los nombres de las piezas dentarias de la dentición temporal y permanente.

2. ¿Cuáles son los cinco tipos de células de la mucosa gástrica?

3. ¿Cuáles son los seis tipos de células del intestino delgado?

PRÁCTICA 11. APARATO DIGESTIVO

4. Mencione cuáles son los derivados del intestino anterior.

5. ¿Cuáles son las funciones del estómago?

6. Explicar, en media cuartilla, a manera de conclusión, cuál es la importancia del tubo digestivo en general y destacar la importancia de cada segmento y su relación con algunas de las enfermedades más comunes, de este aparato, en pacientes que serán atendidos por profesionales del área de Ciencias de la Salud.

This image shows a full page of blank primary-ruled paper. It features multiple sets of horizontal lines designed for handwriting practice. Each set consists of a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line, providing a guide for letter height and placement. The lines are evenly spaced across the entire page.

PRÁCTICA 12

APARATO UROGENITAL

Competencias y habilidades

El alumno comprenderá el desarrollo embrionario de este aparato mediante la elaboración de esquemas y la observación de maniqués e imágenes histológicas. Asimismo conocerá e identificará los componentes básicos, macroscópicos y microscópicos del aparato urogenital.

Fundamento teórico

DESARROLLO EMBRIONARIO

El sistema urogenital se desarrolla a partir del mesénquima intermedio, derivado de la pared corporal dorsal del embrión. A cada lado de la aorta dorsal se forma una elevación longitudinal de mesoderma (la **cresta urogenital**). La parte de la cresta urogenital que da origen al aparato urinario es el **cordón nefrógeno**, y la parte que da origen al aparato genital es la **cresta gonadal**.

En los mamíferos, el riñón se desarrolla en tres fases sucesivas: pronefros, mesonefros y metanefros. A principios de la **cuarta semana** aparece el **pronefros** que, de los tres, es el que se forma en posición más alta; se acompaña de un conducto pronefrico. Este conducto desemboca en la *cloaca*, que es la extensión de la parte terminal del intestino posterior y funciona como vía de salida común de los conductos urinario, digestivo y reproductor. El pronefros empieza a involucionar en la cuarta semana, y desaparece por completo en la sexta semana.

El segundo riñón, el **mesonefros**, aparece hacia el final de la cuarta semana en posición caudal a los pronefros rudimentarios. Los mesonefros están bien desarrollados y funcionan como riñones provisionales durante unas cuatro semanas. Los riñones mesonéfricos se hallan formados por glomérulos y túbulos. La porción remanente del conducto pronefrico (que se comunica con el mesonefros) se desarrolla como conducto mesonéfrico y desemboca en la cloaca. En la sexta semana, el mesonefros comienza a involucionar y casi desaparece por completo hacia la octava semana, aunque sus túbulos se convierten en los conductillos eferentes de los testículos. Los conductos mesonéfricos tienen varios derivados en el varón adulto.

Los **metanefros** o primordios de los riñones permanentes comienzan a formarse al principio de la quinta semana y empiezan a funcionar aproximadamente cuatro semanas después. Los riñones permanentes se originan a partir de dos estructuras: el **divertículo metanéfrico** o esbozo uretral y el **blastema metanefrógeno** o masa metanéfrica de mesénquima.

El divertículo metanéfrico es una excrescencia del conducto mesonéfrico, cerca de la cloaca, y el blastema metanefrógeno deriva de la parte caudal del cordón nefrógeno. El divertículo metanéfrico forma los túbulos colectores, los cálices mayores y menores, la pelvis renal y el uréter. El blastema metanefrógeno da origen a las nefronas de los riñones. En el tercer mes, los riñones fetales comienzan a excretar orina hacia el líquido amniótico. En realidad, la orina fetal llega a constituir la mayor parte del líquido amniótico.

Durante el periodo fetal, los riñones se hallan divididos en lóbulos, que son menos evidentes al nacimiento y desaparecen en el periodo neonatal, debido al crecimiento de las nefronas. Los riñones metanéfricos se ubican en la región pélvica; pero al final del periodo embrionario y al comienzo del fetal, realizan un desplazamiento retroperitoneal y craneal de dos direcciones.

Conforme a la primera, se deslizan desde la altura de la cuarta hasta la primera vértebra lumbar (T12). En la segunda dirección, el desplazamiento es lateral y los lleva a unirse con las glándulas suprarrenales. Además, efectúan una rotación de noventa grados, con lo que la pelvis queda orientada hacia la línea media.

Durante el desarrollo, la cloaca se divide en seno urogenital (donde desembocan los conductos urinarios y urogenitales) y seno rectal (que se continúa con el conducto anal). La vejiga se desarrolla a partir del seno urogenital. En las mujeres, la uretra se forma por alargamiento del conducto corto que se extiende desde la vejiga urinaria hasta el seno urogenital. En el varón, la uretra prostática deriva del seno urogenital, y el proceso es considerablemente más largo y complejo.

Desarrollo embrionario de los aparatos reproductores

Desarrollo de las gónadas

Las gónadas (testículos y ovarios) derivan de tres fuentes:

- a) Mesotelio (epitelio mesodérmico) que tapiza la pared abdominal posterior.
- b) Mesénquima subyacente (tejido conjuntivo embrionario).
- c) Células germinales primitivas.

En la quinta semana, el mesotelio prolifera en el lado medial del mesonefros y forma la cresta gonadal. Poco después aparecen los cordones gonadales en el mesénquima subyacente. En este momento, la gónada indiferenciada está formada por corteza y médula. En embriones con dotación cromosómica sexual xx, la corteza se diferencia en ovarios y la médula involuciona. En embriones con dotación cromosómica sexual xy, la médula se diferencia en testículos y la corteza involuciona, con excepción de algunos restos.

Diferenciación de los testículos. Por influencia del gen *SRY* para formación de testículos (localizado en el cromosoma Y), la gónada se convierte en un testículo, el cual se desarrolla antes que el ovario. La formación de los testículos induce el desarrollo de los cordones gonadales en la **rete testis**, y las zonas más periféricas forman los **túbulos seminíferos**. En los primeros dos meses no se identifican **células de Leydig** en el testículo embrionario, sino que aparecen durante la octava semana y pronto comienzan a sintetizar hormonas androgénicas (testosterona, androstenodiona). Después de las semanas 17 y 18, las células de Leydig involucionan para reaparecer en la pubertad, cuando estimulan la espermatogénesis. Los túbulos seminíferos permanecen macizos hasta la pubertad, cuando comienza a formarse una luz en su interior. Las paredes de los túbulos seminíferos contienen dos tipos celulares:

1. **Células de Sertoli**, derivadas del epitelio de la superficie de los testículos.
2. **Espermatogonias**, células espermáticas primitivas que se originan a partir de las células germinales primitivas.

La red testicular se comunica con 15 a 20 túbulos mesonéfricos, que se convierten en los conductillos eferentes, los cuales están comunicados con el conducto mesonéfrico, que luego se convierte en el conducto del epidídimo.

Diferenciación de los ovarios. El desarrollo gonadal es lento en los embriones femeninos. Durante el periodo fetal temprano, los cordones corticales se extienden desde el epitelio super-

ficial del ovario en desarrollo hasta el mesénquima subyacente. Este epitelio deriva del mesotelio. Alrededor de la semana 16, las células germinales primitivas se incorporan a los cordones corticales que comienzan a separarse en agregados celulares aislados (folículos primordiales), formado cada uno de ellos por una ovogonia que se desarrolla a partir de una célula germinal primitiva. Durante la vida fetal se lleva a cabo la mitosis activa de la ovogonia, con formación de folículos primordiales. Después del nacimiento, el epitelio superficial del ovario se aplana en una capa única de células en continuidad con el mesotelio del peritoneo en el hilio ovárico.

Conductos sexuales

El embrión tiene dos pares de conductos: **mesonéfrico de Wolf** y **paramesonéfrico de Müller**, que aparecen entre los días 44 y 48.

Masculino. A las ocho semanas de la gestación, las células de Sertoli de los testículos secretan la hormona antimülleriana. Esta hormona ocasiona la degeneración de los conductos de Müller, de los que sólo quedan restos de sus extremos caudal y craneal; actúa sobre el mesénquima que los rodea, mediante un receptor fijo de membrana de serina/treonincinasa, que fija la sustancia inhibitoria. La testosterona hace que los conductos mesonéfricos continúen su desarrollo y se conviertan en **conductos deferentes**. Las **vesículas seminales** derivan del **conducto de Wolf**. Por su parte, la **próstata** se desarrolla a partir de brotes epiteliales del endodermo del seno urogenital.

Femenino. No hay secreción de la hormona antimülleriana, por lo que los segmentos craneales de Müller se convierten en las **trompas de Falopio o trompas uterinas**, en tanto que los orificios craneales dan origen a las fimbrias. El crecimiento de estos segmentos, en la parte caudal, hace que se fusionen con el útero. Los dos tercios distales de la vagina se originan a partir del **tubérculo de Müller o lámina uterovaginal**, y el tercio proximal deriva del conducto de Müller.

Descenso de los testículos. Hacia el sexto mes se encuentran dentro del conducto inguinal; al séptimo, en la región de la ingle, y al octavo ocupan su lugar definitivo en las bolsas escrotales. Todo lo anterior bajo la influencia y control de la hormona antimülleriana.

Descenso de los ovarios. Se desplazan en dirección caudal y lateral, sostenidos por dos ligamentos, el *ligamento suspensorio del ovario* y el ligamento inferior con sus dos porciones, el *útero ovárico* y el *redondo*.

Genitales externos masculinos. La dehidrotestosterona actúa sobre el *tubérculo genital* para que forme el pene, y el pliegue urogenital da origen a las bolsas escrotales. El *surco caudal* del tubérculo genital se convierte en la parte peneana de la uretra. El *seno urogenital* cerrado se transforma en la porción prostática de la uretra.

Genitales externos femeninos. El tubérculo genital se transforma en el *clítoris*, los pliegues genitales en los *labios menores* y las tumefacciones en los *labios mayores*. El seno urogenital se abre y forma el vestíbulo, en el que desembocan la uretra y la vagina; la *uretra* femenina equivale a la uretra prostática del varón.

Aparato urinario

Consta de dos riñones, dos uréteres, una vejiga urinaria y una uretra. Los riñones producen la orina, que fluye hacia la vejiga, un reservorio que se vacía a intervalos por la uretra. Los riñones separan los productos metabólicos de excreción, regulan el líquido extracelular, el total de agua en el organismo, el equilibrio acidobásico y la concentración de componentes orgánicos; también

cumplen una función endocrina, mediante la producción y secreción de eritropoyetina y renina. El sistema de filtración renal está formado por glomérulos y un sistema tubular de tratamiento ulterior del filtrado.

Riñones

Se hallan en posición retroperitoneal, son pares y tienen forma de haba; cada uno pesa unos 150 g y mide alrededor de 12 x 6 x 3 cm de longitud. Los riñones están rodeados, a lo ancho y a lo largo, por una delgada cápsula conjuntiva, que se desprende con facilidad. En el borde medial cóncavo se encuentra el hilio, mientras que la arteria, la vena renal y la pelvis homónima conforman el tallo renal. La pelvis continúa hacia el interior del riñón y se ramifica en dos o tres *cálices mayores*, los cuales se subdividen en ocho *cálices menores*.

En corte paralelo a su plano de mayor anchura, se aprecia una corteza y una médula. La primera rodea la médula y envía prolongaciones a través de ella a las *columnas renales*. La médula forma ocho clavas estriadas en toda su extensión, llamadas *pirámides renales*, que se hallan separadas por las columnas renales. Las bases de las pirámides se orientan hacia la corteza, y los ápices o *papilas* se ubican, cada una, en un cáliz menor en forma de embudo. La orina sale del riñón por la punta de la papila o *área cribosa*, que se encuentra perforada por unos 20 orificios, donde se abren los túbulos colectores en el cáliz menor.

Médula. Consta de una zona externa (ubicada cerca de la corteza) y una zona interna, que incluye la papila. El riñón se divide en *lóbulos*, cada uno de los cuales está formado por una pirámide renal y la sustancia cortical que la rodea. Suele tener ocho lóbulos. Además, comprende *lobulillos*, que son una especie de rayos que van de la médula hacia el tejido cortical circundante, y, en conjunto, se les denomina *laberinto cortical*.

El corpúsculo renal y las partes contorneadas están situadas en la corteza. Las partes rectas y el segmento delgado están en la médula, donde forman una especie de horquilla, llamada *asa de Henle*.

Los corpúsculos renales pueden ser *corticales* y *yuxtamedulares*. Alrededor del 15% son de tipo yuxtamedular con asas de Henle largas. Las *nefronas* se vacían en *tubos colectores*, con frecuentes fusiones mayores.

Nefrona. Es la unidad funcional constituida por el **corpúsculo renal o glomérulo de Malpighi** y por una porción tubular subdividida en un **túbulo proximal**, que tiene una parte enrollada (*pars convoluta* [TCP]) y una parte recta (*pars recta*), la cual desemboca en el **segmento delgado del asa de Henle**; se continúa con la parte recta (*pars recta*) y luego la parte sinuosa (*pars convoluta*) del **túbulo distal** ([TCD]) y la región de la mácula densa.

El **corpúsculo renal** constituye el componente de filtración inicial de una nefrona, es redondeado y mide 200 micras de diámetro. Se compone de un *ovillo capilar* o *glomérulo*, rodeado por la *cápsula de Bowman* y dos capas, una externa o *parietal* de epitelio plano, y una *visceral* o podocítica, que recubre los capilares y que continúa con la anterior por el polo vascular. El espacio entre las capas es el *espacio urinario*, donde se vierte el ultrafiltrado sanguíneo, el cual es drenado fuera de este espacio por el *polo urinario*, entra a la luz tubular y pasa al área cribosa, la pelvis renal, el uréter, la vejiga y, por último, sale por la uretra. Al polo vascular ingresa una arteriola aferente y egresa una eferente.

La *arteriola aferente* se divide en cinco ramas anastomosadas, cada una de las cuales forma un lobulillo. Los capilares de los lobulillos se unen en la *arteriola eferente*. La zona intermedia entre las asas recibe el nombre de *mesangio*.

El **túbulo proximal** está integrado por la *pars convoluta* y la *pars recta*. La convoluta se localiza en la corteza, luego se vuelve recta y se extiende como un rayo medular; termina en el segmento delgado del asa de Henle. Constituye la porción más larga de la nefrona, y, en consecuencia, comprende la mayor parte del área cortical. El epitelio es cilíndrico simple bajo, con *borde en cepillo*, una conformación que se debe a largas microvellosidades empaquetadas. Reabsorbe 70% del agua y de los iones sodio.

El **asa de Henle** es un tubo, con forma de horquilla, que consta de tres partes: la *pars recta* gruesa descendente proximal (TP), el segmento delgado cercano a la médula y la *pars recta* gruesa ascendente distal (TD). En las nefronas corticales el segmento delgado es corto y descendente, mientras que en las yuxtamedulares es descendente y ascendente. El segmento delgado tiene epitelio plano con uniones oclusoras, microvellosidades lumbinales cortas y escasos organelos.

El **túbulo distal** se compone de una *pars recta*, una mácula densa y una *pars convoluta*. La *pars recta* es la tercera porción del asa de Henle, llega a la parte externa medular y retorna a su propio glomérulo; su epitelio es cúbico bajo, con escasas y cortas microvellosidades. En la transición de la *pars recta* a la *pars convoluta* se encuentra la *mácula densa*, entre las arteriolas aferente y eferente de su glomérulo de origen. Está formada por células altas y angostas, apretadas entre sí, de donde obtiene la denominación de *densa*. La *pars convoluta* constituye la continuación de la mácula densa y termina en el túbulo colector; es más corta, menos densa y de luz siempre visible.

Los **tubos colectores** reciben numerosos aferentes. En la porción interna de la médula se fusionan con otros tubos colectores que desembocan en el área cribosa de la papila renal; su epitelio es cúbico simple. Tiene dos tipos de células: las *intercalares* (las menos numerosas) y las *principales* claras (más numerosas).

El **aparato yuxtaglomerular** consta de tres elementos:

1. *Células yuxtaglomerulares* (células JG), que son musculares lisas modificadas y epiteloides, redondeadas, grandes y claras; forman la pared de la arteriola aferente adyacente al glomérulo y contienen gránulos de *renina*.
2. *Células mesangiales extraglomerulares*, cuya función no se conoce con exactitud.
3. *Mácula densa*, compuesta por células cúbicas o cilíndricas del túbulo contorneado distal, adyacentes a las JG; se hallan separadas de éstas por una membrana basal incompleta.

Tejido intersticial renal. Está constituido por tejido conjuntivo laxo, células presentadoras de antígeno dendríticas y macrófagos, escasos linfocitos y fibroblastos. De éstos, los corticales producen la hormona *eritropoyetina* (EPO), que estimula la eritropoyesis (producción de eritrocitos) en la médula ósea. Los fibroblastos medulares o *células intersticiales cargadas de lípidos* poseen largas prolongaciones que hacen contacto con la lámina basal de los túbulos y vasos, mediante adhesiones focales. Son los responsables de generar lípidos que disminuyen la presión arterial, en particular la *prostaglandina E₂*.

Vías urinarias excretoras. La orina pasa del área cribosa papilar a los *cálices menores*, de allí a los *cálices mayores*, luego a la *pelvis renal* y, a través del uréter, a la vejiga, desde donde se expulsa al exterior por la uretra.

La vejiga es un reservorio que aloja la orina y se localiza en la pelvis menor, por debajo del peritoneo, detrás de la sínfisis del pubis y por arriba de la próstata (en el varón), y del útero (en la mujer). Su capacidad es de 250 a 300 cc. Tiene forma piramidal cuando está vacía, y por ende posee un vértice (uraco), una base o fondo y cuatro caras.

En cuanto a su histología, tiene cuatro capas: mucosa, submucosa, muscular y serosa; recibe irrigación de las vesicales superiores e inferiores.

Vías urinarias. Su histología es similar, excepto en la uretra, y se componen de tres capas: la mucosa, la muscular y la adventicia, así como una parte de peritoneo en vejiga y uréter.

La *túnica mucosa* cuenta con un epitelio de transición, exclusivo de las vías urinarias, denominado *urotelio*, que tiene dos o tres capas en cálices y en pelvis, y hasta seis a ocho en la vejiga. Las células basales son cúbicas o cilíndricas. Por encima hay varias capas de células poliédricas y una capa de grandes células redondas de superficie convexa, muchas de las cuales son binucleadas. Cuando se distiende el epitelio, las células de la capa externa se hacen cúbicas bajas o planas y adquieren la forma característica de un paraguas.

Por su parte, la *túnica muscular* se compone de una capa longitudinal interna y una circular externa. Además, en la parte inferior del uréter y en la vejiga hay una capa longitudinal externa. La desembocadura del esfínter no cuenta con válvulas ni esfínteres, y es comprimida por la musculatura vesical al drenar la orina. El trigono vesical comprende un *músculo esfínter vesical*. En conjunto, las capas musculares vesicales reciben el nombre de *músculo detrusor vesical*. Es posible extirpar por completo las fibras nerviosas autónomas del uréter sin modificar el peristaltismo. Las fibras simpáticas vesicales son sensoriales, sin acción directa en la micción.

Glándulas suprarrenales

En la etapa embriológica se desarrollan a partir de la corteza, el mesodermo y la médula de la cresta neural; su secreción es endocrina. La glándula derecha es triangular, y la izquierda tiene forma de gorro frigio (semilunar). En cuanto a su histología, cada una dispone de una cápsula y de tejido propio, el cual se divide en corteza y médula. Esta última contiene células cromafines y neuronas simpáticas.

Uretra

Lleva a cabo las mismas funciones en el varón y en la mujer; sin embargo, en ambos sexos tiene diferencias importantes.

Uretra femenina. Es de epitelio variable, con predominio plano estratificado, pero cerca de la vejiga es de transición. En otras áreas es cilíndrico estratificado o pseudoestratificado. Posee glándulas intraepiteliales mucosas, denominadas glándulas de Littre. Contiene plexos venosos de paredes finas, parecidas al cuerpo esponjoso masculino. Está rodeada por una capa longitudinal de músculo liso, que es una continuación de la capa longitudinal vesical externa, y ejerce acción involuntaria de esfínter. La musculatura es estriada en el diafragma urogenital, el músculo del esfínter uretral y está sujeta a control voluntario.

Uretra masculina. Se divide en la *porción prostática* (que recubre este órgano glandular), la *membranosa* “desnuda” y la *esponjosa* (que se extiende a lo largo del cuerpo esponjoso y el glande).

La prostática presenta una elevación (el colículo seminal), con un divertículo ciego (el utrículo prostático). Los conductos eyaculadores desembocan a cada lado del utrículo prostático. Esta porción de la uretra está revestida por epitelio de transición, rodeado por una capa de músculo liso, que es continuación de la capa muscular longitudinal externa de la vejiga.

La porción membranosa de la uretra se extiende desde la próstata hasta el bulbo del pene; su epitelio es pseudoestratificado o cilíndrico estratificado. El músculo liso está revestido por estriado, que forma el músculo del esfínter uretral de control voluntario.

La porción esponjosa de la uretra recorre el pene y se halla rodeada por el cuerpo esponjoso de la uretra; tiene un ensanchamiento distal que forma la fosa navicular; su epitelio es idéntico a la porción membranosa y es estratificado en la desembocadura, donde se continúa con la epidermis. En toda la uretra se hallan glándulas de Littre dispersas. Carece de capa muscular.

APARATOS REPRODUCTORES

Aparato reproductor femenino

Ovarios

Son dos gónadas ovaladas en forma de almendra, de aproximadamente 3 cm de longitud, 1 cm de ancho y 1 cm de espesor. Se localizan una en cada lado del útero, y las mantienen en posición varios ligamentos, como el ligamento ancho del útero, que forma parte del peritoneo parietal, y está unido a los ovarios por un pliegue llamado *mesoovario*, formado por una capa doble de peritoneo.

En corte longitudinal se aprecian dos zonas claramente distintas: corteza y médula. La superficie de la corteza está revestida por epitelio simple cúbico, al que se le llama erróneamente epitelio germinativo, pues antiguamente se creía que de él derivaban las células germinales. Por debajo del epitelio se encuentra una gruesa capa de tejido conjuntivo, la túnica albugínea y los folículos ováricos en desarrollo, que constituyen el parénquima del ovario. En la médula destaca la zona del hilio, que se halla constituida por tejido conjuntivo laxo, con gran cantidad de fibras elásticas, fibras musculares lisas y vasos sanguíneos.

Trompas uterinas

También llamadas trompas de Falopio. Son dos conductos que miden de 10 a 12 cm de longitud y 1 cm de diámetro. Se unen a los cuernos del útero en cada lado. Tienen como función recibir los ovocitos que salen de los ovarios, y en su interior se produce el encuentro de los espermatozoides con el óvulo y se lleva a cabo la fecundación.

Con propósitos descriptivos, cada trompa se divide en cuatro partes:

- I. **Infundíbulo.** Es el extremo más externo y cuenta con el orificio abdominal de la trompa, que comunica con la cavidad peritoneal. Contiene numerosos pliegues o fimbrias que atrapan al ovocito, cuando se produce la ovulación, para llevarlo al orificio abdominal de la trompa e introducirlo en la misma. Una de las fimbrias está sujeta al ovario correspondiente.
- II. **Ampolla.** Constituye la parte más ancha y larga de la trompa. Su función consiste en recibir al ovocito desde el infundíbulo; es el lugar en donde el espermatozoide fecunda al ovocito.
- III. **Istmo.** Este término designa una porción corta, estrecha y de paredes gruesas, la cual se une al cuerno del útero en ambos lados.
- IV. **Porción uterina.** Comprende el segmento de la trompa que atraviesa la pared del útero y por donde el ovocito es introducido en este último.

Las paredes de las trompas uterinas se componen de tres túnicas: la mucosa, que consiste en epitelio cilíndrico simple ciliado, con su lámina propia; la muscular, compuesta por dos capas de músculo liso (una interna circular y una externa longitudinal) y la serosa.

Útero

Es un órgano muscular hueco con forma de pera que forma parte de la trayectoria que siguen los espermatozoides depositados en la vagina hasta alcanzar las trompas de Falopio. Mide de 7 a 8 cm de longitud, de 5 a 7 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor. Sus paredes son gruesas. Su tamaño aumenta con el embarazo y disminuye cuando los niveles hormonales son bajos, como sucede durante la menopausia. Está situado entre la vejiga urinaria y el recto; se divide en tres partes: 1) porción con forma de cúpula, llamada fondo uterino, por encima de las trompas uterinas; 2) porción central estrecha, llamada cuerpo uterino; 3) porción inferior angosta, llamada cuello o cérvix, que se abre hacia la vagina y es donde se ubica el orificio uterino por el que se comunica el interior del útero con la vagina.

El útero consta de tres capas que, desde la superficie al interior, son: *perimetrio* (serosa), *miometrio* (formado por tres capas de músculo liso: media [circular e interna] y externa [longitudinal]) y *endometrio*, que tiene tres componentes: 1) capa más interna de epitelio cilíndrico simple; 2) estroma endometrial subyacente, formado por una lámina propia muy gruesa, y 3) glándulas endometriales (uterinas) que aparecen como invaginaciones del epitelio luminal y se extienden casi hasta el miometrio. El endometrio se divide en dos capas: la primera es la capa funcional, que reviste la cavidad uterina y se desprende durante la menstruación y el parto; la segunda corresponde a la capa basal, más profunda, que es permanente y a partir de la cual se renueva la capa funcional.

Vagina

Constituye el órgano femenino de la copulación, el canal por donde sale el líquido menstrual al exterior y el extremo inferior del canal del parto. Se trata de un tubo musculomembranoso que se encuentra detrás de la vejiga urinaria y delante del recto.

En posición anatómica, la vagina es descendente y describe una curva de concavidad anterior. Su pared frontal tiene una longitud de 6 a 8 cm, la posterior mide de 7 a 10 cm. En condiciones normales, estas paredes hacen contacto entre sí. El vestíbulo de la vagina desemboca en el orificio de la vagina, entre los labios menores, el cual puede estar cerrado parcialmente por el himen, que es un pliegue incompleto de mucosa vascularizada.

La vagina se comunica en su parte superior con la cavidad uterina, ya que el cuello del útero se proyecta en su interior y queda rodeado por un fondo de saco vaginal. El útero se encuentra casi en ángulo recto con el eje de la vagina. Ésta se encuentra constituida por tres túnicas, la más interna es la mucosa, formada por epitelio plano estratificado no queratinizado y tejido conectivo laxo, que se halla dispuesto en forma de pliegues transversales, llamados pliegues vaginales. La siguiente túnica es la media o muscular, formada por una capa circular interna y una longitudinal externa de músculo liso, que puede distenderse de manera considerable. La última (la más superficial) es la adventicia, constituida por tejido conectivo laxo, que fija la vagina a los órganos adyacentes.

Vulva

Es el conjunto de órganos externos femeninos y se compone del monte de Venus, labios mayores, labios menores, clítoris, vestíbulo vaginal, el bulbo del vestíbulo y las glándulas accesorias (glándulas vestibulares mayores y menores).

Aparato reproductor masculino

Testículos

Los testículos son dos glándulas ovoides, ubicadas a ambos lados del pene, de unos 5 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro. Cada uno pesa de 10 a 15 gramos. Están suspendidos dentro del escroto por el cordón espermático. Tienen como función producir los espermatozoides o células germinales masculinas, así como las hormonas sexuales masculinas o andrógenos. Constituyen las gónadas masculinas y tienen el mismo origen embriológico que los ovarios o gónadas femeninas.

Cada testículo contiene, en su interior, cientos de túbulos seminíferos, donde se producen los espermatozoides. Dichos túbulos se unen para formar una red de conductos, que recibe el nombre de *rete testis*. Ésta se conecta con el epidídimo por medio de unos pequeños conductos. Los túbulos seminíferos contienen dos tipos de células, las espermatógenas, que darán origen a los espermatozoides, y las células de Sertoli, encargadas de mantener la espermatogénesis, que es el proceso de formación de espermatozoides. El tejido conjuntivo está situado en los espacios que separan a los túbulos seminíferos adyacentes y contiene grupos de células de Leydig, que secretan testosterona, el andrógeno más importante. Alrededor del túbulo hay una capa de células mioideas, además de tejido conjuntivo, vasos sanguíneos y células intersticiales.

Escroto

Este término designa un saco cutáneo exterior que contiene a los testículos, se ubica en posición posteroinferior con respecto al pene e inferior en relación a la sínfisis del pubis. Consta de: piel, que es rugosa y de color oscuro, fascia superficial o lámina de tejido conjuntivo, que contiene el *músculo dartos* (una hoja de músculo liso). Sus fibras musculares están unidas a la piel y su contracción ocasiona la formación de arrugas en la piel del escroto. La fascia superficial forma un tabique incompleto que divide al escroto en dos mitades, derecha e izquierda, cada una de las cuales contiene un testículo.

Asociado a cada testículo, y dentro del escroto, se encuentra el *músculo cremáster*, una pequeña banda muscular estriada esquelética que continúa al músculo oblicuo menor o interno del abdomen. La localización exterior del escroto y la contracción de sus fibras musculares regulan la temperatura de los testículos, porque la producción normal de espermatozoides requiere una temperatura de unos 2 a 3 grados menor que la del cuerpo. En respuesta a las bajas temperaturas, el músculo dartos se contrae, con lo que se arruga la piel del escroto y se reduce la pérdida de calor. Además, el músculo cremáster de cada lado también se contrae y acerca los testículos al cuerpo para que se sitúen cerca del calor corporal.

Epidídimos

Son dos estructuras, en forma de coma, que miden unos 4 cm de longitud. Cada una de ellas está adosada a las superficies, superior y posterolateral, de cada testículo.

Cada epidídimo posee un cuerpo que comprende el conducto epididimario (que es muy contorneado y sirve de almacén a los espermatozoides, para que pasen las etapas finales de su maduración) y una cola que se continúa con el conducto deferente, el cual transporta el esperma hacia el conducto eyaculador para su expulsión por la uretra. Mediante contracciones peristálticas del músculo liso de su pared, el epidídimo ayuda a expulsar los espermatozoides hacia el conducto deferente durante la excitación sexual. Los espermatozoides pueden permanecer almacenados y mantenerse viables en el epidídimo durante meses. La mucosa de los conductos intratesticulares y extratesticulares, en su mayoría, se halla formada por epitelio cilíndrico pseudoestratificado. Los conductos extratesticulares (epidídimo y conducto deferente) contienen también una túnica muscular compuesta por tres capas de músculo liso.

Conductos deferentes

Se trata de dos tubos musculares de pared gruesa que nacen en la cola del epidídimo (porción escrotal) y terminan en el conducto eyaculador. Transportan esperma desde el epidídimo hasta el conducto eyaculador, ya sea derecho o izquierdo. Cada conducto deferente asciende dentro del cordón espermático que le corresponde. Dicho cordón de sostén del aparato reproductor masculino se extiende desde el escroto, pasa al interior de la pelvis, atraviesa el conducto inguinal y contiene el conducto deferente, arterias, venas, linfáticos, nervios y el músculo cremáster. Una vez en el interior de la pelvis, el conducto deferente cruza el uréter y pasa entre él y el peritoneo; después se une con el conducto de la vesícula seminal de su lado para formar el conducto eyaculador.

Vesículas seminales

Glándulas periformes que constan de un tubo de 15 cm de longitud, el cual está enrollado sobre sí mismo de manera repetida. Se sitúan detrás de la base de la vejiga, por delante del recto. Producen una secreción espesa y alcalina que contiene fructosa, prostaglandinas y diversas proteínas. Dicho líquido espeso se mezcla con el esperma a medida que éste pasa a lo largo de los conductos eyaculadores.

El conducto de cada vesícula seminal se une al conducto deferente de su lado para formar el conducto eyaculador. Su mucosa posee abundantes pliegues y epitelio cilíndrico pseudoestratificado, con células cilíndricas no ciliadas y células redondeadas bajas, apoyadas sobre la membrana basal y una cubierta de músculo liso.

Conductos eyaculadores

Son dos tubos delgados que miden de 2 a 2.5 cm de longitud. Se originan cerca del cuello de la vejiga por la unión del conducto de la vesícula seminal y el conducto deferente de su lado (derecho o izquierdo). Ambos conductos eyaculadores viajan juntos a medida que pasan a través de la próstata y van a desembocar en la uretra prostática, donde expulsan el semen inmediatamente antes de que sea expulsado al exterior por la uretra.

Próstata

Es la mayor glándula accesoria del sistema reproductor masculino; su tamaño es similar al de una pelota de golf. Se halla ubicada en la pelvis, debajo de la vejiga urinaria y detrás de la sínfisis

del pubis; rodea la primera porción de la uretra que, en virtud de ello, se llama uretra prostática. Esta última y los conductos eyaculadores pasan a través de la próstata, dividiéndola en lóbulos. Se compone de 30 a 50 glándulas tubuloalveolares, dispuestas en tres capas concéntricas: mucosa interna, submucosa intermedia y una periférica que contiene las glándulas prostáticas principales. Entre el tejido glandular hay tabiques de tejido conjuntivo y músculo liso.

El líquido prostático es lechoso y levemente ácido; contiene ácido cítrico, enzimas proteolíticas y sustancias antibióticas que contribuyen a disminuir el crecimiento de bacterias en el semen y en el aparato reproductor femenino.

Glándulas bulbouretrales

El varón posee dos glándulas bulbouretrales que tienen el tamaño de un guisante y también se las conoce como glándulas de Cowper. Se encuentran debajo de la próstata, en ubicación postero-lateral con respecto a la uretra membranosa. Sus conductos (de 2 a 3 cm) se abren en la porción superior de la uretra esponjosa. Durante la excitación sexual secretan al interior de la uretra un líquido alcalino que protege a los espermatozoides, ya que neutraliza la acidez uretral y el moco que lubrica tanto al extremo del pene como a las paredes de la uretra. Con esto disminuye el número de espermatozoides dañados por la eyaculación. Se trata de glándulas tubuloalveolares compuestas de epitelio simple cilíndrico que, desde el punto de vista estructural, se parecen a las glándulas secretoras de moco.

Pene

Recibe este nombre el órgano de la copulación masculina. Sirve de salida común para la orina y el semen o líquido seminal. Consta de un cuerpo y una raíz.

Cuerpo del pene. Es la parte pendular libre, cubierta por piel muy fina, de color oscuro y poco adherida. Está compuesto por tres cuerpos cilíndricos de tejido cavernoso eréctil, encerrados en una cápsula fibrosa. Dos de las partes eréctiles son los cuerpos cavernosos, situados en las partes laterales del pene, en la porción posterior del órgano. La otra porción del cuerpo eréctil es el cuerpo esponjoso, que se localiza en la parte anterior del pene, en el plano medio; contiene a la uretra esponjosa y la mantiene abierta durante la eyaculación. Cuando el pene está flácido, su dorso queda en posición anterior y, por ende, su superficie frontal se halla orientada hacia atrás. Los cuerpos cavernosos están fusionados entre sí en el plano medio, pero en la parte posterior se separan y forman los dos pilares que sostienen el cuerpo esponjoso, ubicado entre ellos.

Raíz del pene. Parte superior de sujeción del pene, que contiene los dos pilares que se insertan a cada lado del arco púbico. Cada pilar del pene está rodeado por el músculo isquiocavernoso. El bulbo del pene es la porción ensanchada de la base del cuerpo esponjoso (por donde penetra la uretra esponjosa en el cuerpo homónimo) y está unido a los músculos profundos del periné. La contracción de todos estos músculos esqueléticos permite la eyaculación. El peso del cuerpo del pene es sostenido por dos ligamentos que lo sujetan a la superficie anterior de la sínfisis del pubis.

El cuerpo esponjoso forma, en la punta del pene, el glande, que cubre los extremos libres de los cuerpos cavernosos. Cerca del extremo final del glande se encuentra el orificio de la uretra esponjosa u orificio externo de la uretra. La piel y las fascias del pene se prolongan como una doble capa de piel, llamada *prepucio*, que cubre el glande en una extensión variable.

Bibliografía

- CARLSON, B. M., *Embriología humana y biología del desarrollo*, 4.^a edición, España, Ed. Elsevier Mosby, 2009.
- GARTNER, Leslie P. y James L. Hiatt, *Histología*, 3.^a edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2007.
- MOORE, L. K., *Embriología clínica*, 8.^a edición, Canadá, Editorial Elsevier, 2008.
- TORTORA, G. J. y B. Derrickson, *Principios de anatomía y fisiología*, 11.^a edición, Editorial Médica Panamericana, 2007.

Materiales

Bata, manual de laboratorio, lápiz, sacapuntas, pluma.

Material que proporciona el laboratorio:

Cañón, computadora, maniquíes.

Actividades previas a la práctica

1. Antes de la práctica, el alumno deberá buscar y entender el significado de los siguientes términos:

Pronefros:

Mesonefros:

Metanefros:

Conducto mesonéfrico de Wolf:

Conducto paramesonéfrico de Müller:

Nefrona:

Borde en chapa estriada o en cepillo:

PRÁCTICA 12. APARATO UROGENITAL

Cálices:

Umbrella:

AYG (Aparato Yuxtaglomerular):

Células yuxtaglomerulares:

Mácula densa:

Podocito:

Capa parietal:

Mesangio:

Eritropoyetina:

Alantoides:

Renina:

Arteriola aferente:

Actividades de la práctica

2. El alumno deberá identificar los elementos y estructuras para responder las preguntas que aparecen en los cuadros correspondientes a las laminillas 1-4.



Laminilla número 1 (glomérulo)

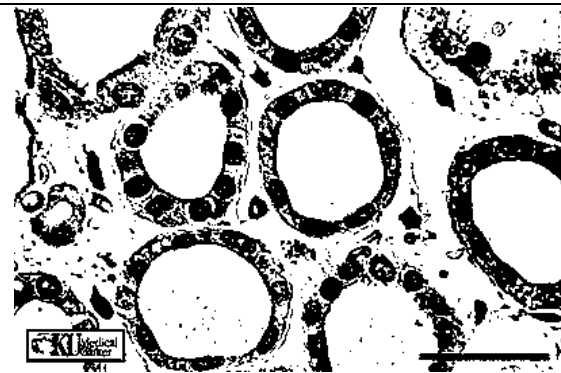
Señalar con una flecha los siguientes elementos y estructuras

A) Capa visceral y capa parietal de Bowman

B) Cápsula de Bowman

C) Arteriola aferente

D) Células de la mácula densa

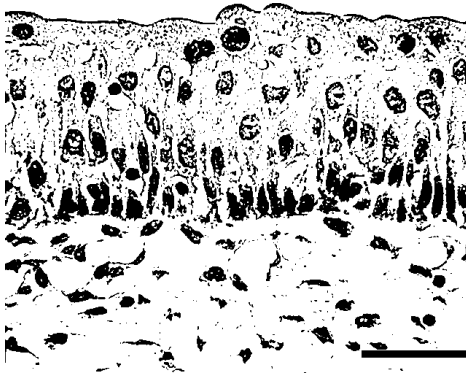


Laminilla número 2 (túbulos)

A) Señalar un túbulo proximal.

B) Señalar dos o más túbulos distales.

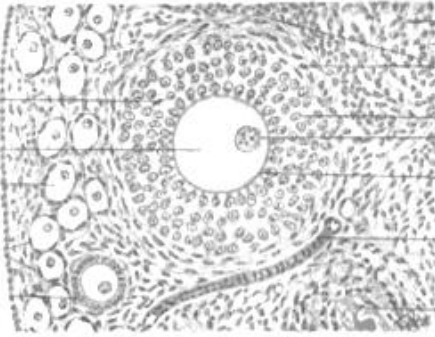
PRÁCTICA 12. APARATO UROGENITAL



Laminilla número 3 (epitelio vesical)

A) Señalar la submucosa

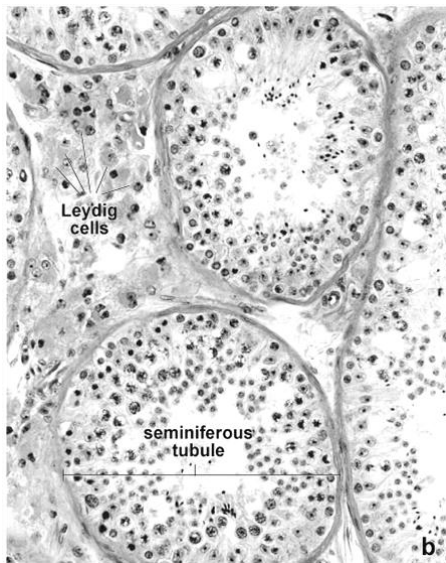
B) Señalar las células “en paraguas”. Indicar la posición de la lámina basal.



Laminilla número 4 (ovario)

A) Corteza y médula

B) Folículos ováricos



Laminilla número 5 (testículo)

A) Células espermatógenas

B) Células de Sertoli

3. Formando equipos de tres a cuatro compañeros, pasar por las siguientes estaciones y realizar la actividad que se indica en cada una:

Estación 1. Identificar y demostrar, en el maniquí, la situación de los riñones en las fosas renales y su relación con los órganos adyacentes.

Estación 2. Identificar y demostrar, en el maniquí, la situación de la vejiga urinaria y su relación con los órganos del aparato reproductor femenino.

Estación 3. Describir, en piezas anatómicas o en modelos, las características de la superficie externa y de corte de un riñón.

Cuestionario

1. ¿Qué estructura embrionaria da origen al riñón definitivo?

2. ¿Qué estructura embrionaria da origen a la vejiga urinaria?

3. Recordar los tres tipos de vasos capilares y cuál es el tipo glomerular.

PRÁCTICA 12. APARATO UROGENITAL

4. Nombre de la unidad funcional del riñón. Recordar los cuatro elementos que lo constituyen.

5. ¿Qué nombre reciben las células del epitelio visceral de la cápsula de Bowman?

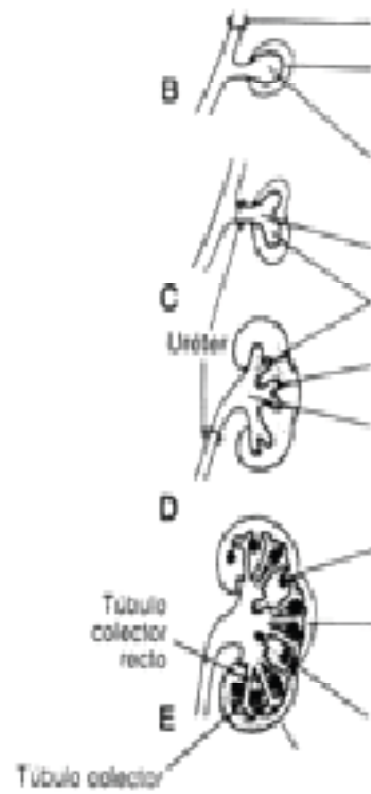
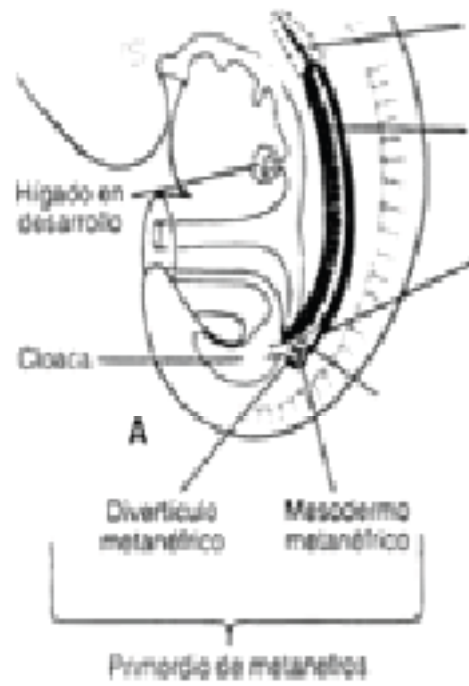
6. ¿Qué parte del glomérulo es el encargado de la síntesis y liberación de la renina?

7. ¿Qué parte del sistema tubular constituye a la mácula densa?

8. ¿Qué células renales sintetizan la eritropoyetina y cuál es la función de ésta?

Actividades posteriores a la práctica

5. Escribir, junto a las flechas de las siguientes figuras, el nombre de las estructuras señaladas en las imágenes del desarrollo embriológico del aparato urinario y aparatos reproductores.



This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Manual de prácticas de laboratorio. Academia de Ciencias Morfológicas
se terminó de imprimir en el mes de julio de 2015 en:



Avenida Río Magdalena 101-10, Colonia San Ángel, Delegación Álvaro Obregón, México,
D. F., C. P. 01000.

El tiraje consta de 1000 ejemplares.

