



LIBRO

Anatomía comparativa y necropsias

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PRIMER CUATRIMESTRE

Marco Estratégico de Referencia

ANTECEDENTES HISTORICOS

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor de Primaria Manuel Albores Salazar con la idea de traer Educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer Educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tarde.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en septiembre de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró como Profesora en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de finanzas en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta

alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el Corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y Educativos de los diferentes Campus, Sedes y Centros de Enlace Educativo, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca a nivel nacional e internacional.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

MISIÓN

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad Académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

VISIÓN

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra Plataforma Virtual tener una cobertura Global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

VALORES

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

ESCUDO



El escudo de la UDS, está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

ESLOGAN

“Mi Universidad”

ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

ANATOMÍA COMPARATIVA Y NECROPSIAS

Objetivo de la materia:

Aprender lo general de anatomía básica enfocado a veterinaria, así como lograr comprender tanto la estructura y función de los sistemas y aparatos principales que conforman a mamíferos y aves.

Introducción a la Anatomía Comparada y Sistemas Esquelético y Muscular

UNIDAD I

- 1.1 Concepto De Anatomía Y Generalidades
- 1.2 Lenguaje anatómico y planos topográficos.
- 1.3 Regiones del cuerpo
- 1.4 clasificación y tipos de anatomía
- 1.5 I.5 Histología, clasificación y Sistema Tegumentario Generalidades
- 1.6 I.6 Necropsia, usos y técnicas, importancia en la Medicina Veterinaria
- 1.7 Sistema Musculo-Esquelético Generalidades
- 1.8 Clasificación Del Esqueleto
- 1.9 Fisiología de los huesos
- 1.10 Clasificación y partes de los huesos
- 1.11 Miología, ubicación de los músculos
- 1.12 Articulaciones, Clasificación, Estructura Y Función

UNIDAD II

Sistema Digestivo

- 2.1 Definición De Órganos y Aparatos
- 2.2 Sistema Digestivo Generalidades
- 2.3 Órganos Que Conforman el TGI
- 2.4 anatomía del aparato digestivo en carnívoros y omnívoros
- 2.5 anatomía del aparato digestivo en herbívoros
- 2.6 Sistema Digestivo en Rumiantes
- 2.7 Sistema Digestivo En Las Aves
- 2.8 Histología Digestiva
- 2.9 Regiones anatómicas del estómago simple
- 2.10 Regiones anatómicas del estómago de poligástricos
- 2.11 Fermentación cecal y ruminal

UNIDAD III

Aparato Cardiorrespiratorio

- 2.1 Anatomía Comparada del Sistema Cardiovascular
- 2.2 Composición del sistema cardiovascular
- 3.3 Arterias y Venas.
- 3.4 Composición y fisiología del corazón

- 3.5 Flujo sanguíneo
- 3.6 Ubicación de las principales venas y arterias
- 3.7 Ruidos Cardíacos (sístole y Diástole)
- 3.8 Tipos de Circulación
- 3.9 Anatomía Comparada del Sistema Respiratorio
- 3.10 Composición del sistema respiratorio
- 3.11 Vía respiratoria alta
- 3.12 Vía respiratoria Baja
- 3.13 fisiología del sistema respiratorio (ventilación, intercambio gaseoso y termorregulación)
- 3.14 Tipos de Respiración
- 3.15 Respiración alveolar

UNIDAD IV

Aparato urogenital y aparato neuroendocrino

- 4.1 Anatomía comparada del sistema urinario
- 4.2 Estructura y fisiología Renal
- 4.3 Diferencia anatómica renal entre mamíferos y aves
- 4.4 Anatomía comparada del sistema genital
- 4.5 Estructura y fisiología gonadal
- 4.6 Diferencia anatómica gonadal entre machos y hembras
- 4.7 Fisiología reproductiva de la hembra (ovogénesis)
- 4.8 Fisiología reproductiva del macho (espermatogénesis)
- 4.9 Diferencia anatómica gonadal entre mamíferos y aves
- 4.10 Anatomía comparada del sistema nervioso
- 4.11 Anatomía comparada del sistema endocrino

UNIDAD I ANATOMÍA GENERAL VETERINARIA

I.1 Concepto De Anatomía Y Generalidades

La anatomía es la rama del conocimiento relacionada con la forma, la disposición y la estructura de los tejidos y órganos que constituyen el cuerpo. La palabra, que es de origen griego, significa literalmente “corte, disección, separación”, y la disección del cadáver es el método tradicional empleado en la anatomía. El estudio de la anatomía y fisiología animal es de vital importancia para el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los diferentes aparatos y sistemas del organismo animal. A través del estudio de la anatomía y fisiología de los órganos, podemos ser capaces de identificar posibles alteraciones o anomalías de los sistemas que están compuestos los animales y realizar un buen diagnóstico.

Conceptos Generales

- Anatomía → Rama de la ciencia biológica que estudia la forma, estructura, tamaño, ubicación y relación de los órganos internos y externos que conforman un organismo.
- Fisiología → Parte de la biología que estudia el funcionamiento de los órganos.
- Tejido → Estructura constituida por un conjunto organizado de células diferenciadas y ordenadas regularmente, que realizan un trabajo fisiológico coordinado.
- Órgano → Unidad funcional de un organismo que constituye una unidad estructural y realiza una función determinada.
- Aparato → Conjunto de órganos que en un animal desempeñan funciones coordinadas para un fin determinado.
- Sistema → Conjunto de órganos y estructuras similares que trabajan en relación para cumplir alguna función fisiológica en un ser vivo. Los sistemas comparten cierta coherencia morfo-funcional, tanto en sus órganos y tejidos, como en sus estructuras y origen embriológico.

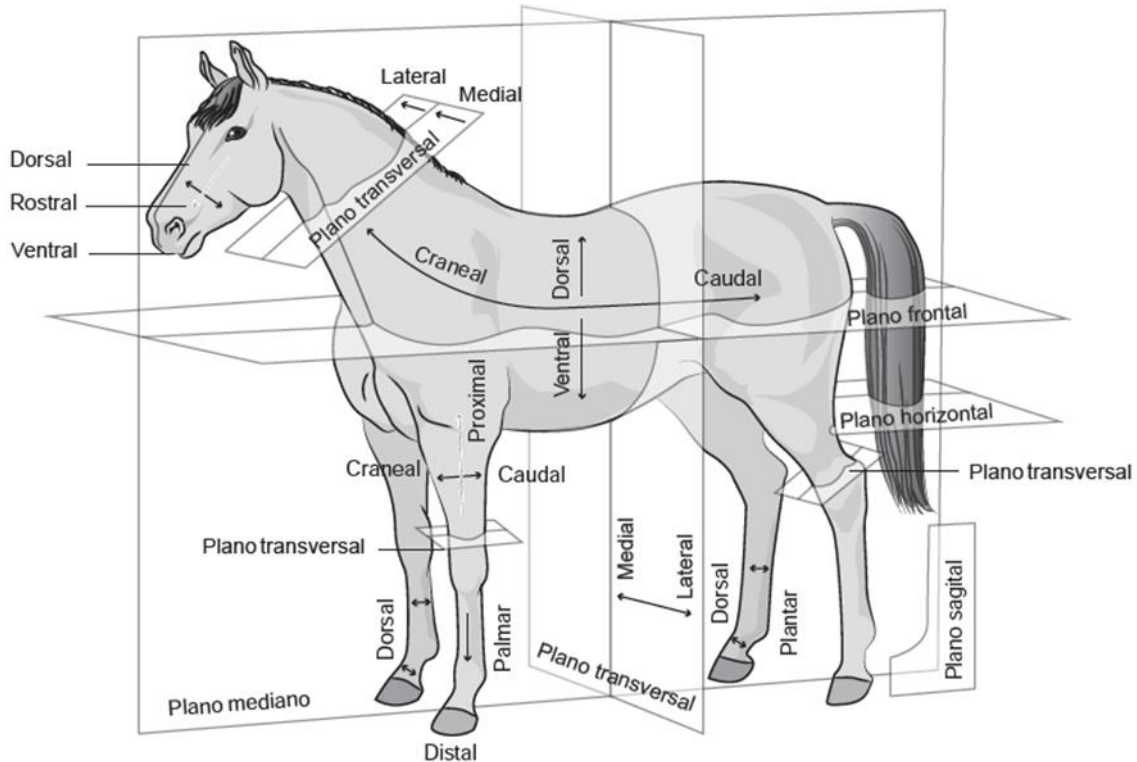
1.2 Lenguaje anatómico y planos topográficos.

El lenguaje anatómico debe ser preciso y libre de ambigüedades. En un mundo ideal cada término debería poseer un significado único, y cada estructura, un nombre único. Los nombres que se dan a determinadas estructuras se irán encontrando de modo gradual, pero los términos que indican posición y dirección deben dominarse desde un principio.

Descripción y ubicación de los planos topográficos.

Planos	Descripción
Plano craneal	Es un plano de dirección, que significa en dirección a la cabeza.
Plano caudal	Es un plano de dirección, que significa en dirección a la cola.
Plano frontal	Es un plano vertical que divide el cuerpo en dos porciones anatómicas, en secciones dorsal y ventral.
Plano ventral	Significa alejado de la columna vertebral o próximo a la parte inferior de la pared abdominal.
Plano dorsal	Es un término de dirección que significa cerca de la columna vertebral.
Plano medio o sagital	Es un plano imaginario, que corta de la cabeza a la cola para dividirlo en dos mitades iguales, derecha e izquierda.
Plano plantar	Hace referencia a la superficie caudal de las extremidades posteriores por debajo de la corva.
Plano distal	Lo que está más lejos de la raíz del miembro
Plano proximal	Lo que está más cerca de la raíz del miembro.

En ocasiones es necesario referirse a un corte o sección a través del cuerpo o a una parte de él. El plano mediano divide el cuerpo desde la punta de la nariz hasta la punta de la cola en dos “mitades” simétricas, derecha e izquierda. Cualquier plano paralelo a ese plano es un plano o corte sagital. Los planos o cortes cercanos al plano mediano son llamados planos paramedianos. Un plano dorsal secciona el tronco u otra parte del cuerpo de forma paralela a la superficie dorsal. Un corte que en forma perpendicular a su eje longitudinal secciona el tronco, la cabeza, un miembro u otro apéndice es un plano transverso.



Posiciones Anatómicas: Para realizar la descripción de la posición de un animal desde el punto de vista Anatómico, se debe tener en cuenta que el animal en estudio se encuentra parados sobre sus cuatro miembros, paralelos entre sí, con el cuello extendido y con la mirada al frente como si fuera a caminar.

Las posiciones que deberán tener los cuerpos sobre la mesa del laboratorio anatómico, o el paciente en la mesa quirúrgica o del clínico, son:

- Decúbito: es aquella donde el cuerpo se encuentra en estado de reposo sobre un plano más o menos horizontal; esta posición de decúbito puede ser supino, prono o lateral.
- Decúbito supino: es cuando el cuerpo se apoya sobre su dorso de manera que el vientre quede mirando hacia arriba y se denomina también decúbito dorsal. Suele ser común en algunas razas de perros que toman esta posición para descansar o cuando el hombre coloca a un animal en una posición para intervenir quirúrgicamente cuando se necesita incidir por la línea media o línea alba.

- Decúbito prono: es cuando el cuerpo se apoya sobre su vientre y su dorso queda mirando hacia arriba. Se denomina también decúbito ventral.
- Decúbito Lateral: es cuando el cuerpo se apoya sobre su costado derecho o izquierdo respectivamente.

1.3 Regiones del cuerpo

El cuerpo de un animal se divide didácticamente en las siguientes regiones corporales: cabeza (cráneo y cara o región facial), cuello, tronco (tórax, abdomen y pelvis), cola y miembros (torácicos y pelvianos).

El estudio de las regiones del cuerpo es fundamental en la anatomía veterinaria, ya que proporciona una base para entender la organización estructural de los animales. Las regiones del cuerpo son áreas específicas que permiten a los veterinarios y estudiantes de veterinaria localizar, identificar y describir las partes anatómicas y los procesos patológicos de manera sistemática y precisa. Este conocimiento es esencial para la práctica clínica, la cirugía, y la investigación en medicina veterinaria.

Región Axial:

- Cabeza: Incluye el cráneo, la cavidad oral, los órganos de los sentidos (ojos, orejas, nariz) y las estructuras asociadas. Es fundamental para la identificación de patologías en áreas como la dentadura, los senos nasales y los órganos sensoriales.
- Cuello: Comprende la región cervical, que incluye la columna vertebral cervical, la tráquea, el esófago y los grandes vasos. Es crucial en la evaluación de lesiones traumáticas, problemas respiratorios, y enfermedades tiroideas.
- Tórax: Región que alberga los órganos vitales como el corazón y los pulmones, protegidos por las costillas y el esternón. Es vital para la comprensión de patologías respiratorias y cardiovasculares.
- Abdomen: Contiene el tracto gastrointestinal, el hígado, el páncreas, los riñones y otros órganos importantes. Es esencial en la evaluación de problemas digestivos, urinarios y reproductivos.

- Pelvis: Incluye la cavidad pélvica, que alberga el aparato reproductor, la vejiga y el recto. Es importante en el manejo de partos, enfermedades reproductivas y patologías rectales.

Región Apendicular:

- Miembros Torácicos (Anteriores): Comprenden la escápula, el húmero, el radio, el cúbito, los carpos, metacarpos, y falanges. Estas regiones son críticas para el diagnóstico y tratamiento de lesiones óseas, articulares y musculares en las extremidades anteriores.
- Miembros Pélvicos (Posteriores): Incluyen el fémur, la tibia, el peroné, los tarsos, metatarsos, y falanges. Son esenciales en la evaluación de problemas ortopédicos, como fracturas y dislocaciones en las extremidades posteriores.

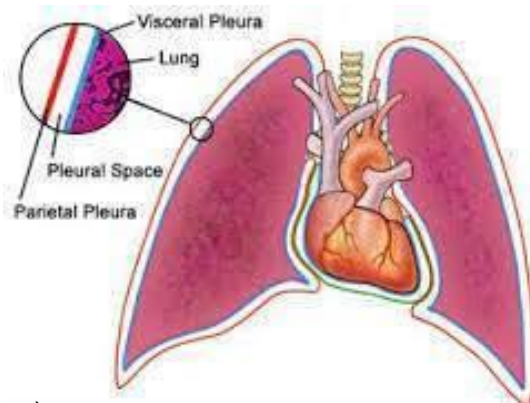
Cavidades

Las cavidades son espacios limitados que contienen grupos de órganos, con el fin de dar estructura y organización.

Se resumen en tres cavidades principales:

Cavidad torácica.

- Límites:
 - Dorsal: columna vertebral
 - Lateral: costillas
 - Craneal: cuello
 - Caudal: diafragma
- Contiene:
 - Tráquea, bronquios y pulmones
 - Corazón
 - Esófago
 - Grandes vasos (aorta y venas cavas)



La cavidad torácica está revestida interiormente por una fina membrana transparente llamada: pleura. La pleura tiene dos hojas que están en íntimo contacto: a) la externa que está adherida a la cara interna de la pared costal y diafragma; b) la interna reviste los pulmones.

Entre las dos pleuras normalmente no existe separación. La función principal es mantener contacto entre pulmón y caja torácica para facilitar el acompañamiento en los movimientos respiratorios.

Cavidad abdominal.

- Límites:
 - Dorsal: columna vertebral
 - Lateral e inferior: músculos abdominales
 - Craneal: músculo diafragma
 - Caudal: se continúa con la cavidad pelviana
- Contiene:
 - Aparato digestivo (estómago, intestino, hígado, páncreas)
 - Bazo
 - Riñones



El peritoneo es la membrana que envuelve la mayor parte de los órganos del abdomen. Está formada por dos capas: a) peritoneo parietal, adhiere a la pared abdominal y pelviana; b) peritoneo visceral, envuelve los órganos situados en la cavidad abdominal y pelviana. El espacio virtual entre ambas capas se llama cavidad peritoneal y contiene pequeñas cantidades de fluido lubricante. Las funciones del peritoneo son: a) Depósito de grasa, b) Fijación de vísceras a la pared abdominal, c) Facilita el desplazamiento de órganos, d) Nutrición a través de su vasos sanguíneos, e) Membrana de intercambio entre la sangre y tratamientos i/p.

Cavidad pelviana

- Límites:
 - Dorsal: columna vertebral
 - Lateral y Ventral: hueso de la cadera
- Contiene:
 - Aparato reproductor de la hembra
 - Glándulas anexas del aparato reproductor del macho
 - Vejiga
 - Recto

1.4 Clasificación y Tipos de Anatomía; Anatomía Comparada

La anatomía es la rama de la biología que estudia la estructura de los organismos vivos. Es fundamental en campos como la medicina, la veterinaria y la biología, proporcionando el conocimiento básico necesario para comprender la organización y función del cuerpo. La anatomía se clasifica en varios tipos según el enfoque y el método de estudio.

I. Anatomía Macroscópica

La anatomía macroscópica, también conocida como anatomía gross, es el estudio de las estructuras del cuerpo que son visibles a simple vista. Este tipo de anatomía se divide en varias subcategorías:

Anatomía Regional:

Estudia el cuerpo humano o animal por regiones específicas, como la cabeza, el cuello, el tórax, etc. Se centra en la relación entre las estructuras dentro de una región particular.

Anatomía Sistémica:

Estudia el cuerpo por sistemas orgánicos, como el sistema esquelético, muscular, nervioso, circulatorio, entre otros. Este enfoque facilita la comprensión de cómo funciona cada sistema en conjunto.

Anatomía de Superficie:

Estudia las características externas del cuerpo para comprender las estructuras internas subyacentes. Es crucial en la práctica clínica para la realización de exámenes físicos y la localización de estructuras internas mediante palpación.

2. Anatomía Microscópica

La anatomía microscópica, también conocida como histología, es el estudio de las estructuras del cuerpo a nivel celular y tisular. Requiere el uso de microscopios para observar detalles que no son visibles a simple vista.

Histología:

Se centra en el estudio de los tejidos del cuerpo, que son conjuntos de células que realizan funciones específicas. Incluye el estudio de los cuatro tipos básicos de tejidos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso.

Citoanatomía:

Se enfoca en el estudio de las células individuales, su estructura, funciones y las interacciones entre las células. Es esencial para entender procesos como la replicación celular, la señalización celular y la diferenciación celular.

3. Anatomía del Desarrollo (Embriología)

La anatomía del desarrollo, o embriología, estudia la formación y el desarrollo de un organismo desde la fertilización hasta el nacimiento.

Embriología General:

Examina las primeras etapas del desarrollo embrionario, incluyendo la fecundación, segmentación, gastrulación y la formación de los órganos.

Embriología Comparada:

Compara el desarrollo embrionario de diferentes especies para entender las similitudes y diferencias en los patrones de desarrollo.

Teratología:

Estudia las malformaciones y defectos congénitos que ocurren durante el desarrollo prenatal.

4. Anatomía Comparada

La anatomía comparada estudia las similitudes y diferencias en la estructura de diferentes especies de animales. Es fundamental en la biología evolutiva, ya que ayuda a comprender la evolución y la adaptación de las especies.

Anatomía Comparada entre Vertebrados:

Compara la anatomía de vertebrados como peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos para identificar estructuras homólogas y análogas.

Anatomía Comparada entre Invertebrados:

Estudia las estructuras corporales de los invertebrados, comparando sus sistemas orgánicos con los de los vertebrados.

5. Anatomía Patológica

La anatomía patológica estudia los cambios estructurales en células, tejidos y órganos que ocurren como resultado de enfermedades. Es fundamental para el diagnóstico de enfermedades a través de biopsias y autopsias.

Patología Macroscópica:

Observa los cambios patológicos que son visibles a simple vista, como tumores, inflamación o necrosis.

Patología Microscópica:

Examina los cambios celulares y tisulares que no son visibles sin la ayuda de un microscopio, como la degeneración celular, la proliferación anormal de células y la presencia de patógenos.

6. Anatomía Clínica

La anatomía clínica aplica los conocimientos anatómicos a la práctica médica, ayudando a los profesionales de la salud a diagnosticar y tratar enfermedades. Este enfoque se centra en la relevancia de la anatomía para la medicina y la cirugía.

Anatomía Aplicada:

Estudia cómo las estructuras anatómicas se relacionan con los procedimientos clínicos, como la cirugía, la anestesia y las técnicas de imagen.

Radiología Anatómica:

Se enfoca en la interpretación de imágenes radiológicas, como radiografías, tomografías y resonancias magnéticas, para visualizar y diagnosticar las estructuras internas del cuerpo.

7. Anatomía Funcional

La anatomía funcional estudia cómo las estructuras anatómicas se relacionan con su función. Es un enfoque que combina la estructura con la fisiología para entender cómo trabajan los órganos y sistemas en conjunto.

Biomecánica:

Examina las estructuras anatómicas en relación con el movimiento y las fuerzas físicas que actúan sobre el cuerpo, como en el caso de la marcha y la postura.

Fisiología Anatómica:

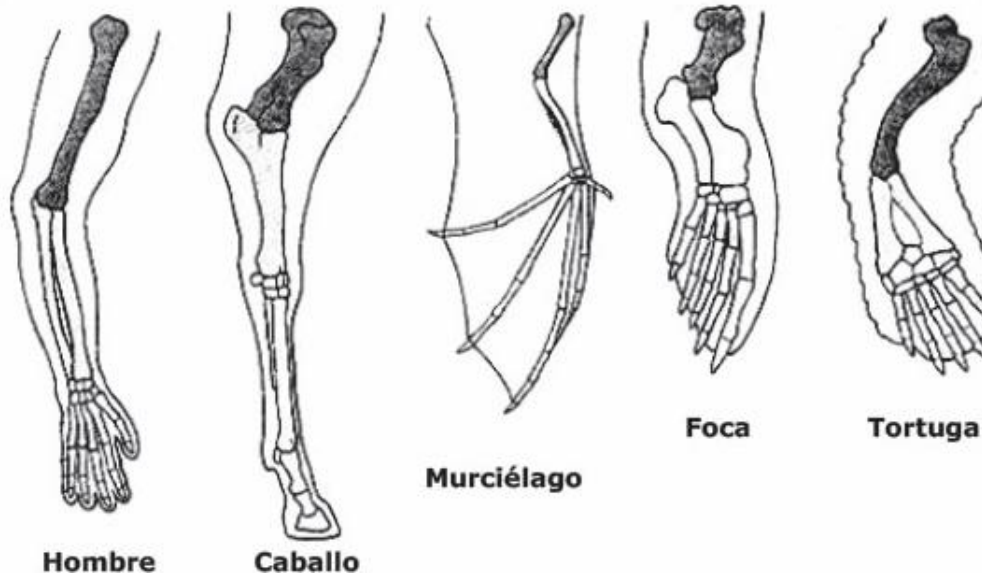
Estudia cómo la estructura de los órganos y sistemas del cuerpo está adaptada a sus funciones específicas.

La anatomía comparada es un área de la biología que estudia las semejanzas y diferencias de las estructuras morfológicas entre los organismos. Esta disciplina permitió inferir el parentesco entre especies y también la relación entre el ambiente y las adaptaciones de los organismos. Así, especies adaptadas a diferentes ambientes y, en consecuencia, morfológicamente muy diferentes, muestran semejanzas que sugieren un ancestro común.

Por ejemplo, las extremidades superiores de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentan variaciones morfológicas que reflejan sus diferentes modos de vida. Sin embargo, sus estructuras internas revelan grandes semejanzas: los huesos húmero, radio y cúbito están presentes en las extremidades de dichos organismos y han sido identificados también en fósiles. Esta evidencia sugiere un ancestro común para estos grupos de animales.

A los órganos o estructuras morfológicas de origen evolutivo común, es decir, compartidos por diferentes especies y heredados desde un ancestro en común, se les denominó órganos homólogos. La similitud de las homologías se explica, en consecuencia, por evolución divergente o divergencia desde un ancestro común.

Las evidencias de la anatomía comparada surgen por: homologías, analogías y estructuras vestigiales.



1.5 Histología, Clasificación y Sistema Tegumentario: Generalidades

1. Histología: Definición y Clasificación

Histología es la rama de la biología que estudia los tejidos del cuerpo a nivel microscópico. Este campo de estudio es crucial para comprender la estructura y función de los diferentes tejidos que componen los órganos y sistemas del cuerpo, así como para identificar cambios patológicos que ocurren en diversas enfermedades.

Los tejidos del cuerpo se clasifican en cuatro tipos fundamentales, cada uno con funciones específicas y una organización celular particular:

- **Tejido Epitelial:**

Función: Cubre superficies, reviste cavidades corporales y forma glándulas. Es fundamental para la protección, absorción, secreción y excreción.

Tipos:

Epitelio de Revestimiento: Incluye el epitelio simple (una capa de células) y el epitelio estratificado (múltiples capas de células).

Epitelio Glandular: Forma glándulas que secretan productos como hormonas, enzimas y sudor.

- **Tejido Conectivo:**

Función: Proporciona soporte estructural, conecta tejidos y órganos, almacena energía, y protege contra infecciones.

Tipos:

Tejido Conectivo Laxo: Proporciona soporte suave y flexible, y se encuentra debajo de los epitelios.

Tejido Conectivo Denso: Ofrece resistencia y elasticidad, como en los tendones y ligamentos.

Tejido Cartilaginoso: Forma estructuras como la nariz, orejas y superficies articulares.

Tejido Óseo: Proporciona soporte rígido y protección a los órganos.

Tejido Adiposo: Almacena energía en forma de grasa.

Tejido Sanguíneo: Circula por el sistema vascular, transportando nutrientes, gases y desechos.

- **Tejido Muscular:**

Función: Responsable del movimiento, tanto voluntario como involuntario, y del mantenimiento de la postura.

Tipos:

Músculo Esquelético: Controla movimientos voluntarios.

Músculo Cardíaco: Forma el corazón y se contrae involuntariamente para bombear sangre.

Músculo Liso: Se encuentra en las paredes de los órganos internos y vasos sanguíneos, controlando movimientos involuntarios.

- **Tejido Nervioso:**

Función: Transmite señales eléctricas y químicas, controlando las funciones corporales y respondiendo a estímulos.

Tipos:

Neurona: La célula principal del tejido nervioso, que transmite señales eléctricas.

Células de la Glía: Apoyan y protegen a las neuronas.

2. Sistema Tegumentario: Generalidades

El sistema tegumentario es el sistema más extenso del cuerpo y actúa como la primera línea de defensa contra el entorno externo. Incluye la piel y sus estructuras anexas, como el pelo, las uñas, las glándulas sudoríparas y las glándulas sebáceas.

Funciones del Sistema Tegumentario:

Protección: La piel protege al cuerpo de la invasión de microorganismos, deshidratación, lesiones físicas y radiación ultravioleta.

Regulación de la Temperatura: A través de la sudoración y la vasodilatación o vasoconstricción de los vasos sanguíneos en la piel, el cuerpo puede mantener una temperatura estable.

Percepción Sensorial: La piel contiene receptores nerviosos que permiten la percepción del tacto, presión, dolor y temperatura.

Síntesis de Vitamina D: Bajo la influencia de la luz solar, la piel sintetiza vitamina D, esencial para la salud ósea.

Excreción: A través de las glándulas sudoríparas, la piel ayuda a eliminar desechos como el exceso de sales y agua.

Estructura de la Piel: La piel se compone de tres capas principales:

- **Epidermis:**

La capa más externa de la piel, compuesta principalmente por células epiteliales llamadas queratinocitos.

Estratos de la Epidermis: Incluye varias subcapas, como el estrato córneo, que proporciona una barrera protectora, y el estrato basal, donde se generan nuevas células.

- **Dermis:**

Capa más profunda que la epidermis, compuesta de tejido conectivo denso que proporciona elasticidad y resistencia.

Contiene folículos pilosos, glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas, vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas.

- **Hipodermis (Tejido Subcutáneo):**

La capa más profunda, compuesta principalmente por tejido adiposo, que actúa como un amortiguador y aislante térmico.

Anexos Cutáneos:

Pelo y Folículos Pilosos: Proporcionan protección, aislamiento térmico y sensibilidad táctil.

Uñas y Garras: Protegen las extremidades y ayudan en la manipulación de objetos y defensa.

Glándulas Sebáceas: Secretan sebo, una sustancia aceitosa que lubrica y protege la piel y el pelo.

Glándulas Sudoríparas: Participan en la termorregulación y excreción de desechos.

3. Clasificación de la Piel Según Especies Animales

El sistema tegumentario varía considerablemente entre diferentes especies animales, adaptándose a su entorno y estilo de vida.

Mamíferos:

La piel de los mamíferos es gruesa y está cubierta de pelo, que ofrece aislamiento y protección. Las glándulas sebáceas y sudoríparas están bien desarrolladas.

Aves:

La piel de las aves es más delgada y carece de glándulas sudoríparas. Las plumas, derivadas de la epidermis, son la característica más notable, proporcionando aislamiento y permitiendo el vuelo.

Reptiles:

Los reptiles tienen una piel seca y escamosa, que minimiza la pérdida de agua. Las escamas son formaciones epidérmicas que protegen contra la deshidratación y las abrasiones.

Anfibios:

La piel de los anfibios es fina y permeable, permitiendo la absorción de agua y gases, lo que es vital para su respiración cutánea. A menudo está húmeda debido a la secreción de moco.

Peces:

Los peces tienen una piel cubierta de escamas que proporciona una barrera protectora y reduce la fricción en el agua. Las glándulas mucosas mantienen la piel resbaladiza y protegida contra patógenos.

I.6 Necropsia: Usos, Técnicas e Importancia en la Medicina Veterinaria

Introducción

La necropsia, también conocida como autopsia en humanos, es el examen post mortem de un animal con el objetivo de determinar la causa de muerte, identificar enfermedades, y evaluar el estado general de salud del animal antes de su fallecimiento. En medicina veterinaria, la necropsia es una herramienta diagnóstica esencial, tanto en la práctica clínica como en la investigación, ya que proporciona información valiosa que puede ayudar a mejorar la salud de otros animales y prevenir futuras enfermedades.

I. Usos de la Necropsia en Medicina Veterinaria

I.1 Diagnóstico de la Causa de Muerte

La necropsia permite determinar la causa exacta de la muerte de un animal, lo cual es crucial en situaciones donde la muerte es inesperada o no se pudo establecer un diagnóstico preciso antes del fallecimiento.

En casos de muerte súbita, la necropsia puede revelar condiciones subyacentes como enfermedades cardíacas, infecciones, o traumatismos que no eran evidentes en vida.

I.2 Evaluación de la Eficacia del Tratamiento

La necropsia permite a los veterinarios evaluar si los tratamientos administrados durante la vida del animal fueron efectivos. Esto es particularmente útil en casos de enfermedades crónicas o tratamientos experimentales.

También ayuda a identificar si hubo complicaciones relacionadas con el tratamiento que pudieron contribuir a la muerte del animal.

I.3 Control de Enfermedades y Vigilancia Epidemiológica

En situaciones de brotes de enfermedades infecciosas, la necropsia es fundamental para identificar el agente causal y tomar medidas preventivas para proteger a otros animales.

Es utilizada en la vigilancia epidemiológica para monitorear la prevalencia y el impacto de enfermedades en poblaciones animales, lo que ayuda a implementar programas de control y erradicación.

I.4 Investigación y Educación

Las necropsias son una herramienta valiosa en la investigación veterinaria, proporcionando datos sobre la patogénesis de enfermedades y la respuesta del cuerpo a diversos factores patógenos.

En el ámbito educativo, las necropsias son una parte integral de la formación de estudiantes de veterinaria, permitiéndoles obtener experiencia práctica en anatomía patológica y diagnóstico post mortem.

1.5 Asuntos Legales y Forenses

La necropsia puede ser utilizada en casos legales para determinar si hubo negligencia, maltrato o envenenamiento. Es una prueba fundamental en la medicina veterinaria forense. Proporciona evidencia objetiva que puede ser utilizada en tribunales para resolver disputas relacionadas con la muerte de animales.

2. Técnicas de Necropsia

2.1 Preparación del Animal

El cuerpo debe ser manejado con cuidado para evitar daños adicionales que puedan interferir con la interpretación de los hallazgos.

Se recomienda realizar la necropsia lo antes posible después de la muerte para minimizar la autólisis (degradación post mortem) y la putrefacción, que pueden dificultar el diagnóstico.

2.2 Procedimiento de Necropsia

Examen Externo: Se realiza una inspección completa de la superficie del cuerpo, anotando cualquier signo de trauma, lesiones visibles, coloración anormal de la piel, descargas o cualquier otra anomalía externa.

Apertura de Cavidades: Se abren las cavidades torácica, abdominal y craneal. Esto incluye la disección de la piel, los músculos y la apertura de la caja torácica y el cráneo.

Tórax: Se evalúan el corazón, los pulmones, y otros órganos torácicos en busca de signos de enfermedad o trauma.

Abdomen: Se examinan el hígado, el bazo, los riñones, el tracto gastrointestinal, y otros órganos abdominales.

Cráneo: Se evalúan el cerebro y otras estructuras craneales, buscando signos de enfermedades neurológicas, infecciones, o lesiones traumáticas.

Examen de Órganos Internos: Cada órgano se inspecciona visualmente, se palpa y, si es necesario, se secciona para su examen interno. Se buscan signos de enfermedad, como tumores, inflamación, necrosis, o infecciones.

Toma de Muestras: Se toman muestras de tejido, fluidos y otros materiales biológicos para su análisis histopatológico, microbiológico, o toxicológico. Esto puede incluir secciones de órganos, sangre, orina, y contenido gastrointestinal.

2.3 Técnicas Especializadas

Histopatología: El examen microscópico de los tejidos recolectados durante la necropsia para identificar cambios celulares y tisulares que no son visibles a simple vista.

Microbiología y Virología: El cultivo e identificación de bacterias, virus, hongos u otros patógenos a partir de muestras de órganos o fluidos.

Toxicología: La evaluación de posibles toxinas o venenos que podrían haber contribuido a la muerte del animal.

Genética Molecular: Técnicas como la PCR (reacción en cadena de la polimerasa) para detectar agentes infecciosos específicos o para estudiar anomalías genéticas.

3. Importancia de la Necropsia en Medicina Veterinaria

3.1 Mejora del Diagnóstico y Tratamiento

La necropsia proporciona una retroalimentación crucial sobre los diagnósticos y tratamientos realizados en vida, permitiendo a los veterinarios ajustar sus enfoques en futuros casos.

Ayuda a identificar enfermedades emergentes o nuevas presentaciones de enfermedades conocidas, lo que es esencial para actualizar los protocolos de tratamiento y prevención.

3.2 Contribución a la Salud Pública

Al identificar enfermedades zoonóticas (que pueden transmitirse de animales a humanos), la necropsia desempeña un papel clave en la protección de la salud pública.

Facilita el monitoreo de enfermedades que pueden afectar tanto a animales como a humanos, como la rabia, la tuberculosis, y la brucelosis.

3.3 Educación y Formación

La necropsia es una herramienta educativa invaluable, proporcionando a los estudiantes de veterinaria experiencia práctica en anatomía patológica y diagnóstico post mortem.

Permite a los estudiantes y profesionales observar directamente las consecuencias de diversas enfermedades y afecciones, mejorando su comprensión y capacidad diagnóstica.

3.4 Investigación Científica

Las necropsias son fundamentales para la investigación en patología veterinaria, proporcionando datos sobre la patogénesis de enfermedades, la efectividad de tratamientos, y la respuesta del organismo a diversos factores.

También contribuyen al desarrollo de nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas, y al mejoramiento de las estrategias de manejo y control de enfermedades en poblaciones animales.

3.5 Implicaciones Éticas y Legales

En casos de sospecha de maltrato animal, negligencia o envenenamiento, la necropsia puede proporcionar evidencia crucial que respalde o refute estas acusaciones.

La documentación precisa de los hallazgos de una necropsia es esencial para su uso en investigaciones legales o disputas relacionadas con la muerte de un animal.

1.7 Sistema Musculo-Esquelético Generalidades

Las funciones principales del esqueleto son sostener el cuerpo, proporcionar el sistema de palancas utilizadas en la locomoción y proteger las partes blandas. El principal tejido esquelético, el hueso, tiene un cometido secundario en la homeostasis mineral, proporcionando una reserva de calcio, fosfato y otros iones. El hueso está constituido por 25% de agua, 45% de minerales como fosfato y carbonato de calcio y 30% de materia orgánica. La estructura de los huesos está formada por:

- Tejido óseo
- Tejido conectivo
- Tejido cartilaginoso
- Médula ósea
- Vasos y nervios

1.8 Clasificación Del Esqueleto

Se subdivide en:

- Esqueleto axial: comprende huesos de la cabeza, columna vertebral, costillas y esternón.
- Esqueleto apendicular: comprende huesos de los miembros anteriores y posteriores.
- Esqueleto esplácnico o visceral: comprende huesos localizados dentro de las vísceras en algunas especies. Hueso peneano en el perro y gato, y hueso del corazón en el bovino.

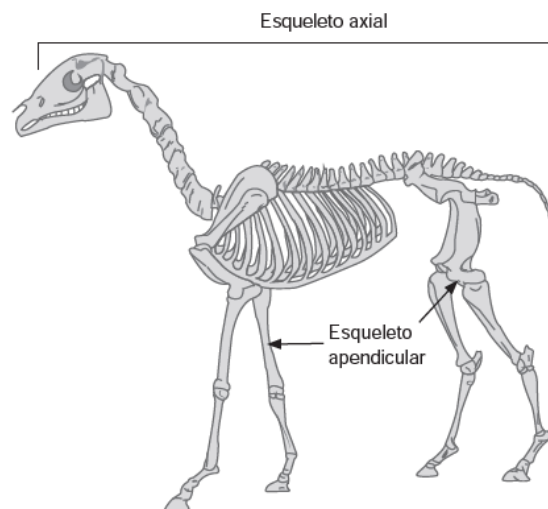
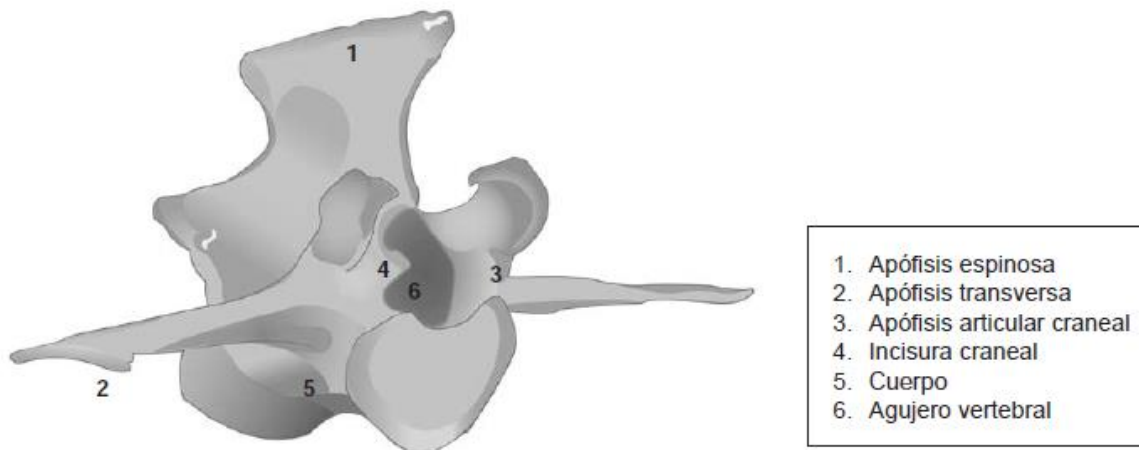


Figura 3. Tipos de esqueletos

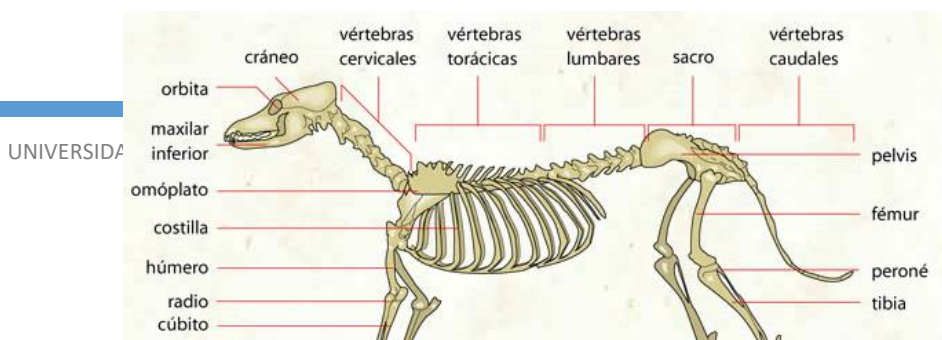
Es importante conocer cómo se conforma el esqueleto así como las articulaciones. La columna vertebral (o “espina dorsal”) se extiende desde el cráneo hasta la punta de la cola. La columna sirve para enderezar el eje del cuerpo y contribuir de ese modo a mantener la posición. La columna vertebral encierra y protege la médula espinal y las estructuras anexas dentro de un conducto central llamado canal vertebral. La mayoría de las vértebras se ajustan a un patrón común en el que existen características superpuestas que diferencian las distintas regiones: cervical (cuello), torácica (tronco), lumbar (tronco), sacra y caudal (cola). En los mamíferos domésticos y en casi todos los demás mamíferos hay siete vértebras cervicales. Las dos primeras (las más craneales), el atlas y el axis, están muy modificadas con el fin de permitir el movimiento libre de la cabeza, y requieren una descripción por separado. Las cinco restantes son más típicas. Las vértebras de cada región poseen caracteres que permiten diferenciarlas de las otras regiones.

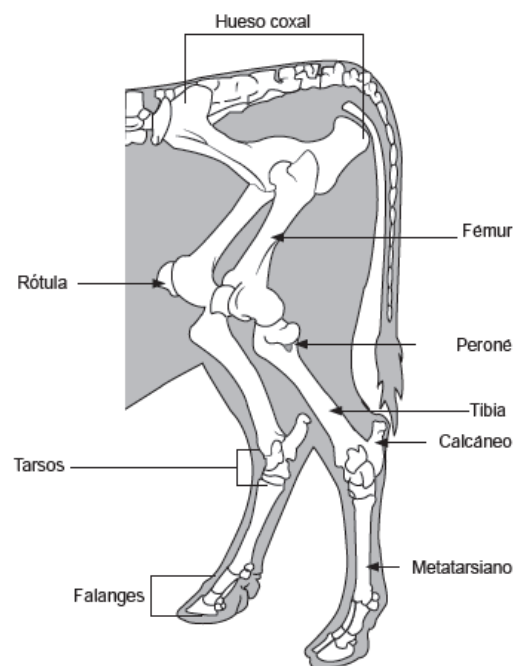


Todas las vértebras típicas poseen un plan común de estructuras; una vértebra está formada de cuerpo, arco y apófisis.

- Cervicales → En todos los mamíferos las vértebras que componen esta región son siete. Son vértebras muy móviles.
- Vértebras torácicas → Base de la región dorsal. El número de vértebras es variable de acuerdo a la especie y siempre coincide con el número de costillas.
- Vértebras lumbares → Tienen apófisis transversas grandes y planas, proyectadas en sentido lateral
- Vértebras sacras → Se fusionan para formar un solo hueso en forma de cuña conocido como sacro, se articula con las vértebras lumbares en dirección craneal y con las coccígeas en la dirección caudal.
- Vértebras coccígeas → El cóccix se localiza al final de la columna vertebral y se corresponde con la cola de los animales vertebrados.

Es en el esqueleto axial, donde se unen las extremidades anteriores, a través de los músculos y ligamentos que le confieren cierto grado de movilidad. Las estructuras que lo componen son: escápula, húmero, cúbito, radio, carpianos, metacarpos, falanges. A diferencia de las extremidades posteriores, que ayudan al desplazamiento, se conforman por: Cinturón pélvico, fémur, rótula, tibia, peroné, tarso, metatarso, falanges.





En las aves, las vértebras móviles son las cervicales y las caudales y las vértebras fijas son las torácicas, lumbares y sacras. Los huesos del cráneo están fusionados, por lo que forma un cráneo abovedado, cóndilo y la cavidad timpánica es muy amplia. Los huesos de la cara se prolongan hacia delante en forma. La columna vertebral de las aves está formada por vértebras cervicales, torácicas, lumbosacras y coccígeas. El atlas tiene forma de anillo y carece de alas. Las vértebras torácicas están fusionadas formando el Notarium. La unión de las dos últimas torácicas, lumbares, sacras y dos primeras coccígeas, forman el hueso sinsacro, el cual terminará también fusionado al Ílion. Notarium y sinsacro otorgan una gran rigidez a esta zona de la columna vertebral, rigidez que es necesaria para el vuelo.

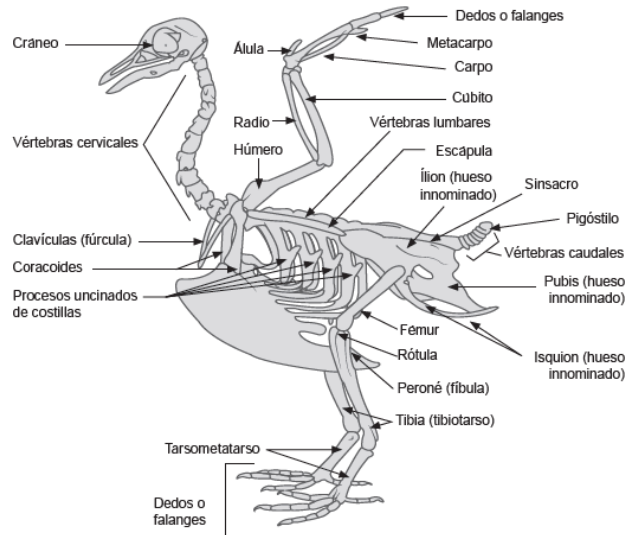


Figura 11. Esqueleto aviar

El Esqueleto apendicular se forma por: a) Cinturón pectoral: fúrcula (clavícula), coracoides, y escápula; b) Huesos del ala: húmero, radio, cúbito, carpales, y falanges; c) Cinturón pélvico: sinsacro, ílion, isquion y pubis; d) Huesos de la pata: fémur, tibiotarso, peroné.

El hueso innominado o hueso coxal permite al ave poner los huevos. Está conformado por Ílion, isquion y pubis. (fibula), tarsometatarso, rótula y dígitos. Huesos del ala están formados por húmero, radio, cúbito, carpales, y falanges.

I.9 Fisiología De Los Huesos

Soporte y Protección

- **Soporte Estructural:** Los huesos forman el esqueleto, que sostiene el cuerpo y proporciona un marco para los tejidos blandos. Esto permite que el cuerpo mantenga su forma y postura.
- **Protección:** Los huesos protegen los órganos vitales. Por ejemplo, el cráneo protege el cerebro, las costillas protegen el corazón y los pulmones, y la columna vertebral protege la médula espinal.

Movimiento

- Los huesos actúan como palancas que, junto con los músculos, permiten el movimiento. Las articulaciones entre los huesos permiten la movilidad y flexibilidad del cuerpo, facilitando acciones como caminar, correr, y manipular objetos.

Almacenamiento de Minerales

- **Calcio y Fósforo:** Los huesos son un reservorio de minerales, principalmente calcio y fósforo, que son esenciales para muchas funciones fisiológicas, como la contracción muscular, la coagulación sanguínea y la transmisión de impulsos nerviosos.
- **Homeostasis Mineral:** A través de procesos de remodelación ósea, los huesos pueden liberar o almacenar minerales en respuesta a las necesidades del cuerpo, ayudando a mantener el equilibrio mineral en la sangre.

Producción de Células Sanguíneas

- **Hematopoyesis:** La médula ósea roja, presente en el tejido óseo esponjoso de ciertos huesos (como el esternón, costillas, y pelvis), es el sitio donde se producen las células sanguíneas, incluyendo glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Este

proceso es esencial para el transporte de oxígeno, la defensa inmunológica y la coagulación sanguínea.

Almacenamiento de Energía

- **Médula Ósea Amarilla:** En los huesos largos, la médula ósea amarilla contiene células adiposas que almacenan triglicéridos, una forma de energía química que puede ser utilizada en situaciones de necesidad extrema.

Remodelación Ósea

Proceso de Remodelación





- La remodelación ósea es un proceso continuo en el que el hueso viejo es removido (resorción ósea) y reemplazado por nuevo tejido óseo (formación ósea). Este proceso permite la reparación de microdaños, la adaptación a nuevas tensiones mecánicas y la regulación de los niveles de calcio y fósforo en el cuerpo.
- **Balance entre Resorción y Formación:** Un equilibrio adecuado entre la actividad de los osteoclastos y los osteoblastos es crucial para mantener la densidad y la integridad ósea. Si la resorción ósea supera la formación, se puede desarrollar osteoporosis, una condición que hace a los huesos más frágiles y propensos a fracturas.

Factores que Influyen en la Remodelación

- **Hormonas:** La remodelación ósea está regulada por hormonas como la parathormona (PTH), que aumenta la resorción ósea y eleva los niveles de calcio en la sangre, y la calcitonina, que inhibe la resorción ósea.
- **Vitamina D:** Es crucial para la absorción de calcio en el intestino y su posterior depósito en los huesos.
- **Ejercicio Físico:** El ejercicio de peso y la actividad física estimulan la formación ósea, fortaleciendo los huesos.
- **Envejecimiento:** Con la edad, la tasa de resorción ósea puede superar la formación ósea, lo que lleva a una pérdida gradual de masa ósea.

I.10 CLASIFICACION Y PARTES DE LOS HUESOS

- Clasificación de los huesos:
 - a) Huesos largos, típicos de las extremidades
 - b) Huesos cortos las dimensiones de largo, ancho y espesor se equilibran
 - c) Huesos planos están expandidos en dos dimensiones
 - d) Huesos irregulares.

Tipos de huesos	Dimensión	Ejemplo	Observaciones
Largos 	Predominante el largo sobre el ancho y grosor	Fémur, húmero, tibia y peroné, cúbito y radio	
Cortos 	Similares entre largo, ancho y grosor	Huesos del tarso y carpo	Carecen de cavidad medular y presentan caras, bordes y ángulos
Planos 	Predominante el largo y ancho sobre el grosor	Escápula, huesos del cráneo y costillas	
Irregulares 	Forma irregular	Vértebras y huesos de la base del cráneo	

La forma del hueso es determinada por una vaina o corteza de hueso sólido (compacto), que está compuesta de delgadas laminillas dispuestas principalmente en series de tubos concéntricos alrededor de pequeños canales centrales. Cada uno de esos sistemas se conoce como osteona. La corteza es gruesa en la parte media de la diáfisis, pero se adelgaza a medida que se hace más amplia hacia cada extremo del hueso. Su superficie externa es lisa excepto en donde las irregularidades sirven como sitios de fijación de músculos o ligamentos. Los extremos de los huesos largos están ocupados por hueso esponjoso, que forma una red tridimensional de espículas entrelazadas, placas y tubos de densidad variable.

La cavidad medular y los espacios intersticiales del hueso esponjoso están ocupados por médula ósea, la cual existe en dos formas unidas gradualmente. La médula ósea roja es un tejido gelatinoso muy vascularizado con propiedades hematopoyéticas. Aunque toda

la médula ósea es de este tipo en el animal joven, la mayor parte de ella es después infiltrada por grasa y convertida en médula amarilla cerosa cuyo potencial hemopoyético está inactivo.

Los huesos poseen una irrigación sanguínea abundante, que representa quizá 5 a 10% del gasto cardíaco. Existen varios conjuntos de vasos; la llamada arteria nutricia, la cual penetra hacia la mitad de la diáfisis en una posición que es muy constante para cada hueso. Suele dirigirse hacia un extremo del hueso, y el agujero a través del cual pasa puede simular una fractura oblicua en las radiografías.

- Los huesos, aunque varían en forma y tamaño dependiendo de su ubicación y función en el cuerpo, comparten una estructura básica que se puede dividir en varias partes clave. A continuación, se describen las principales partes de los huesos:

1. Diáfisis

La diáfisis es la parte central y alargada del hueso largo. Es la principal porción tubular del hueso, que proporciona soporte y resistencia. Está compuesta principalmente de tejido óseo compacto, que es denso y duro. En su interior, la diáfisis alberga la cavidad medular, la cual está llena de médula ósea amarilla en los adultos (almacenamiento de grasa).

2. Epífisis

Las epífisis son los extremos ensanchados del hueso largo, ubicados en ambos lados de la diáfisis. Están compuestas por tejido óseo esponjoso, el cual contiene trabéculas que alojan la médula ósea roja, donde se produce la hematopoyesis (producción de células sanguíneas). La superficie externa de la epífisis está recubierta por una fina capa de cartílago articular, que facilita el movimiento en las articulaciones. Las epífisis participan en la formación de articulaciones y proporcionan una superficie amplia para la unión de los músculos.

3. Metáfisis

La metáfisis es la región del hueso que se encuentra entre la diáfisis y la epífisis. Durante el crecimiento, la metáfisis contiene la placa epifisaria o cartílago de crecimiento, que es responsable del alargamiento del hueso. Después del crecimiento, este cartílago se convierte en hueso y forma la línea epifisaria.

Es una zona clave para el crecimiento longitudinal del hueso durante la niñez y la adolescencia.

4. Periostio

El periostio es una membrana fibrosa y resistente que recubre la superficie externa del hueso, excepto en las áreas cubiertas por cartílago articular. Tiene dos capas: una capa externa fibrosa y una capa interna celular (capa osteogénica). La capa interna contiene células osteoprogenitoras, que pueden diferenciarse en osteoblastos y participar en la reparación y crecimiento óseo. El periostio proporciona un punto de inserción para los músculos y ligamentos. También juega un papel importante en la nutrición del hueso, la reparación de fracturas y el crecimiento óseo en diámetro.

5. Endostio

El endostio es una membrana delgada que recubre la superficie interna de la cavidad medular, así como los canales de Havers y las trabéculas del hueso esponjoso. Similar al periostio, contiene células osteoprogenitoras que pueden formar osteoblastos. Participa en el crecimiento y la remodelación del hueso, así como en la reparación ósea.

- **6. Cavidad Medular (Médula Ósea)**

La cavidad medular es el espacio central en la diáfisis del hueso largo que alberga la médula ósea.

Tipos de Médula Ósea:

- **Médula Ósea Roja:** Activa en la producción de células sanguíneas (hematopoyesis) y se encuentra predominantemente en los huesos esponjosos de la epífisis en adultos.
- **Médula Ósea Amarilla:** Compuesta principalmente de tejido adiposo (grasa) y se encuentra en la cavidad medular de los huesos largos en adultos. La médula ósea roja es vital para la producción de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, mientras que la médula amarilla actúa como almacenamiento de energía.

7. Cartílago Articular

El cartílago articular es una capa delgada y suave de cartílago hialino que cubre las superficies articulares de las epífisis. El cartílago es avascular y está compuesto por

condrocitos incrustados en una matriz rica en colágeno y proteoglicanos. Facilita el movimiento de las articulaciones al reducir la fricción y absorber los impactos durante la actividad física.

8. Trabéculas

Las trabéculas son las pequeñas estructuras en forma de vigas o láminas que componen el tejido óseo esponjoso. Las trabéculas están organizadas de manera que distribuyen las cargas mecánicas a las que el hueso está sometido, lo que hace que el hueso esponjoso sea ligero pero fuerte. Proporcionan soporte estructural y albergan la médula ósea roja.

9. Canales de Havers y Volkmann

- **Canales de Havers:**

Son pequeños canales longitudinales en la matriz ósea compacta que contienen vasos sanguíneos y nervios. Permiten la nutrición y la inervación de las células óseas.

- **Canales de Volkmann:**

Son canales transversales o diagonales que conectan los canales de Havers entre sí y con el periostio. Permiten la comunicación vascular entre el periostio, la médula ósea y la matriz ósea.

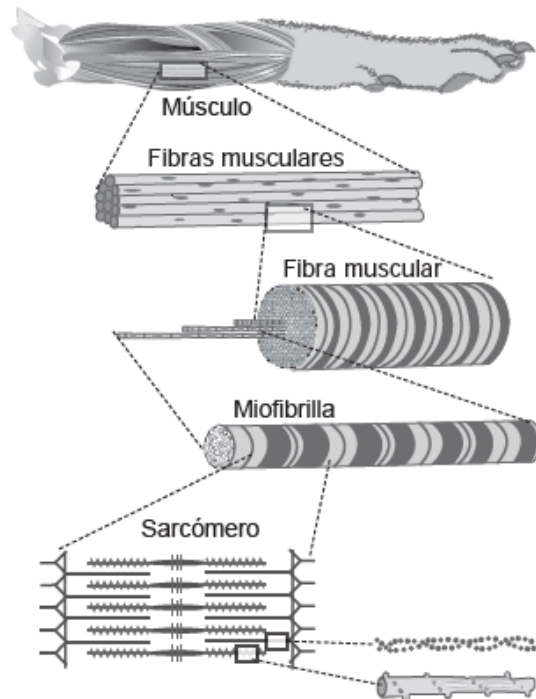
10. Placa Epifisaria (Cartílago de Crecimiento)

La placa epifisaria es una región de cartílago hialino que se encuentra entre la diáfisis y la epífisis en los huesos largos de niños y adolescentes. Está formada por varias zonas de cartílago en diferentes etapas de maduración, que incluyen la zona de reserva, la zona proliferativa, la zona hipertrófica y la zona de osificación.

Es responsable del crecimiento en longitud del hueso. Una vez que el individuo ha alcanzado su altura final, la placa epifisaria se osifica, formando la línea epifisaria.

1.11 Miología, ubicación de los músculos

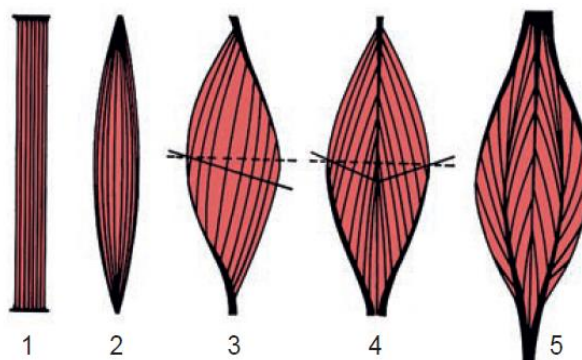
La miología es la ciencia que estudia la estructura, conformación y funcionamiento de los músculos de un organismo. La mayoría de los movimientos del cuerpo animal y sus partes son originados por contracción muscular. El músculo se utiliza también para impedir el movimiento, estabilizando articulaciones para evitar su colapso bajo una carga y mantener la continencia de la vejiga y el intestino.



La estructura muscular consta de 4 partes:

- Fascículos: pequeños conjuntos de haces envueltos por una vaina de tejido conectivo.
- Fibra muscular o miocito: son las células individuales de los músculos esqueléticos.
- Miofibrilla: largos filamentos que contiene y compone cada fibra muscular, es el elemento contráctil del músculo, posee 84% de filamentos proteicos de actina y miosina, esta se divide en los sarcómeros.
- Sarcómero: un conjunto de ellos forman una miofibrilla, tiene estriaciones y una apariencia rayada.

Existen tres variantes de tejido muscular, que son: músculo especializado (cardíaco) que forma el grueso del corazón y el músculo liso (visceral) de los vasos sanguíneos y las vísceras (órganos internos) y músculo esquelético se conoce también como músculo estriado, somático o voluntario.



Propiedades del músculo

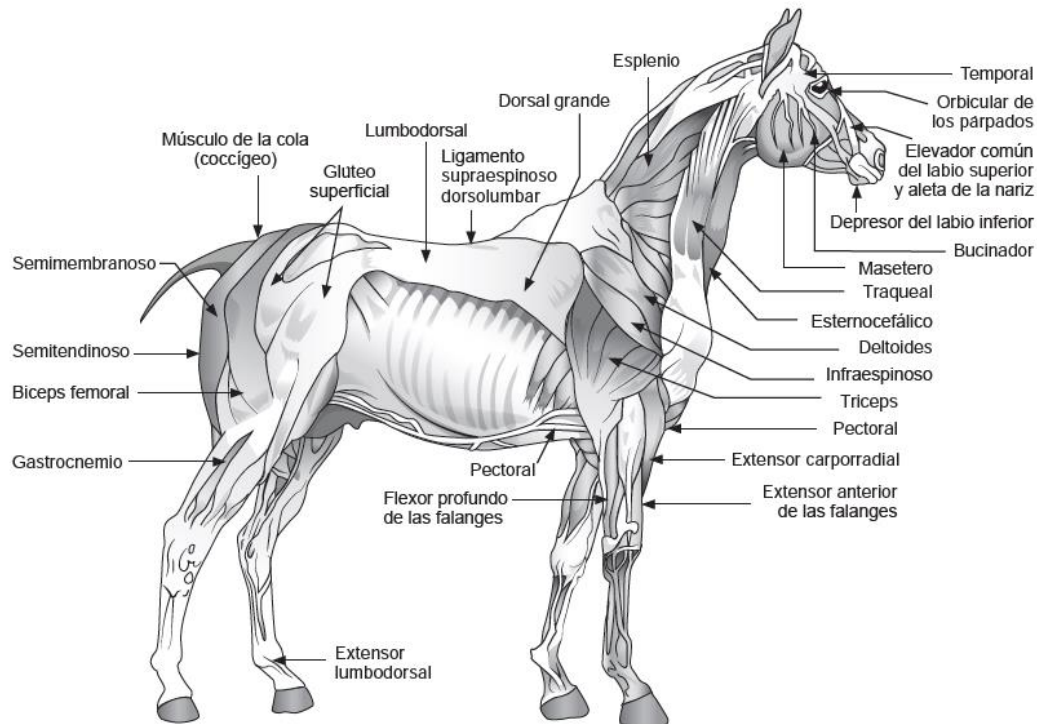
- **Excitación:** capacidad para recibir estímulos (cambios externos o internos de intensidad suficiente para originar un impulso nervioso) y responder a ellos.
- **Contractilidad:** el músculo puede acortarse y engrosarse cuando recibe un estímulo de intensidad adecuada. La fibra muscular promedio puede acortarse hasta aproximadamente la mitad de su longitud en reposo.
- **Extensibilidad:** el músculo esquelético tiene la capacidad para distenderse, se puede estirar como una banda elástica. El músculo puede ser estirado hasta que adquiera una longitud que represente la mitad de su largo normal en reposo.
- **Elasticidad:** es la capacidad que posee el músculo para regresar a su longitud o forma original (normal) en reposo después de experimentar contracción o extensión.

Cada músculo individual se compone de muchas células mantenidas juntas por tejido conectivo. Cuando se comparan con las células comunes, estas células musculares son gigantes, con 10 a 100 μm de diámetro y 5 a 10 cm de largo (es probable que algunas sean mucho más largas). La actividad normal de la mayoría de los músculos implica cambios en el ángulo de la o las articulaciones conectadas por ese músculo. Los músculos siempre se insertan por medio de tendones de tejido conectivo. Los tendones están compuestos casi por completo de fibras de colágeno en disposición regular, y poseen gran fuerza de tensión (tensil). Aunque son fuertes, los tendones pueden lesionarse por presión o fricción excesivas, en particular cuando cambian de dirección sobre las prominencias óseas o se mueven sobre tejidos duros. Los músculos reciben un suministro sanguíneo relativamente abundante de las arterias vecinas. A veces, una sola arteria penetra en el vientre del

músculo, y entonces el buen funcionamiento del músculo depende claramente de la integridad de esa arteria.

Para la contracción muscular participan los siguientes elementos proteicos:

- Actina: es la columna vertebral del filamento y forman hilos que se enrollan con un diseño helicoidal.
- Miosina: filamento grueso, que ocupa 2/3 de las proteínas del músculo esquelético
- Tropomiosina: proteína en forma de tubo, se enrolla alrededor de los hilos de actina. Troponina: proteína compleja, que se une a intervalos regulares a los dos hilos de actina y a la Tropomiosina. Retículo sarcoplasmático: almacena calcio (Ca) y regula su flujo (Contracción muscular).
- Túbulos transversales o túbulos T: son responsables de la contracción uniforme de cada fibra muscular esquelética. El tendón: son fascículos de tejido conectivo dispuestos en cordones o bandas, que asegura la unión de los músculos a las piezas esqueléticas.



1.12 Articulaciones, Clasificación, Estructura Y Función

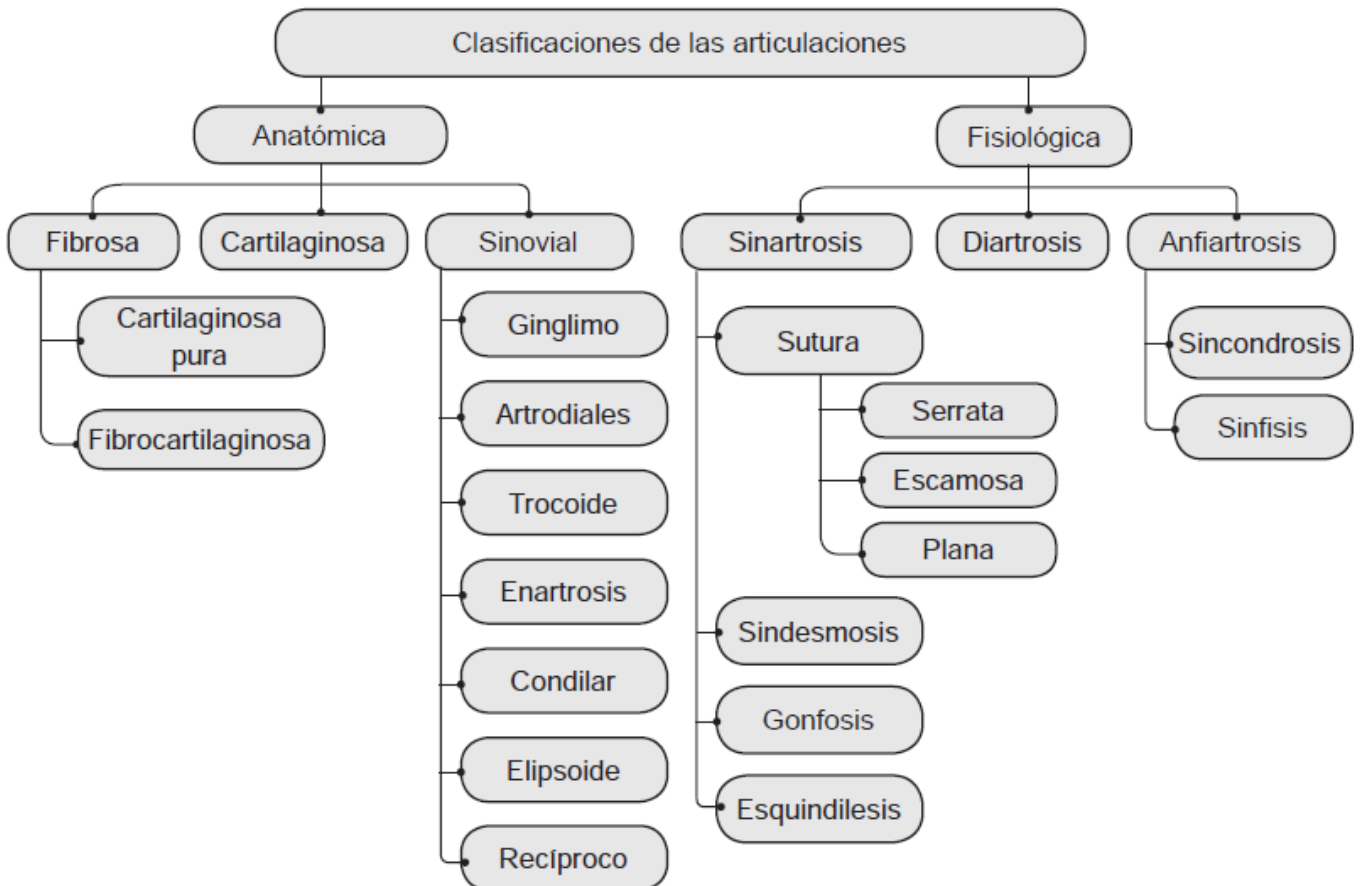
La artrología o sindesmología es la parte de la anatomía que estudia las articulaciones. Una articulación está formada por la unión de dos o más huesos y ligamentos. El medio de unión está formado por tejido fibroso o cartílago, o por una mezcla de ambos.

Los huesos se topan unos con otros en las articulaciones, algunas de las cuales están diseñadas para unir huesos firmemente y otras para permitir el movimiento libre. El sistema oficial vigente reconoce tres categorías principales, a saber: a) articulaciones fibrosas, en las cuales los huesos están unidos por tejidos conectivos densos; b) articulaciones cartilaginosas, en las cuales los huesos están unidos por cartílago; y c) articulaciones sinoviales, en las cuales existe una cavidad llena de líquido entre los huesos.

También se clasifican en base a su función, en las siguientes categorías: a) Sinartrosis: estas articulaciones no poseen una cavidad, los huesos se encuentran unidos por tejido fibroso y

por tanto no presentan movimiento; Anfiartrosis: un poco o mediano movimiento y c) Diartrosis: mucho movimiento respectivamente.

Aunque muchos movimientos articulares parecen ser complicados, siempre pueden resolverse en componentes simples.



UNIDAD II SISTEMA DIGESTIVO

El sistema digestivo en animales es fundamental para la nutrición y la salud general. Es el conjunto de órganos que trabajan en conjunto para ingerir, digerir, absorber nutrientes y eliminar los desechos. En la práctica veterinaria, el conocimiento profundo de la anatomía y fisiología de este sistema es esencial para diagnosticar y tratar problemas digestivos en diversas especies animales.

2.1 Definición De Órganos, Sistemas y Aparatos

La célula es la unidad funcional y estructural básica de todos los seres vivos. Es la menor unidad de vida capaz de realizar todas las funciones necesarias para la vida, como el metabolismo, la respuesta a estímulos, el crecimiento y la reproducción. Todas las funciones biológicas del cuerpo dependen del correcto funcionamiento de las células. Los tejidos son grupos de células especializadas que trabajan juntas para realizar funciones específicas. La organización de las células en tejidos permite una mayor eficiencia y especialización en las funciones biológicas.

Órgano

Un órgano es una estructura compuesta por varios tipos de tejidos que trabajan juntos para llevar a cabo una función específica en el cuerpo. Cada órgano tiene una forma y ubicación características que lo distinguen de otros órganos, y su función contribuye al mantenimiento de la homeostasis en el organismo.

Sistema

Un sistema es un conjunto de órganos que colaboran para realizar una función fisiológica compleja. Los órganos dentro de un sistema están interrelacionados y dependen unos de otros para cumplir con sus funciones colectivas.

Aparato

Un aparato es un grupo de sistemas o estructuras anatómicas que, aunque pueden estar compuestos por órganos de diferentes sistemas, se coordinan para realizar

una función global más amplia. En algunos contextos, los términos "sistema" y "aparato" se usan indistintamente, pero "aparato" suele referirse a una integración más compleja de órganos y sistemas.

2.1 Sistema Digestivo Generalidades

El tracto GI, también llamado tubo digestivo, es una estructura en forma de tubo que se extiende desde la boca hasta el ano. Desde el punto de vista histológico este tubo está formado por cuatro capas principales: (1) la mucosa, que comprende células epiteliales (enterocitos, células endocrinas y otras), la lámina propia y la muscularis mucosae; (2) la submucosa; (3) dos capas musculares, una interna gruesa y circular y otra externa fina y longitudinal, y (4) una capa serosa. Está conformado por un conjunto de órganos que a través de procesos mecánicos y químicos descomponen los alimentos que consume el animal para convertirlos en sustancias más simples y asimilables por el organismo.

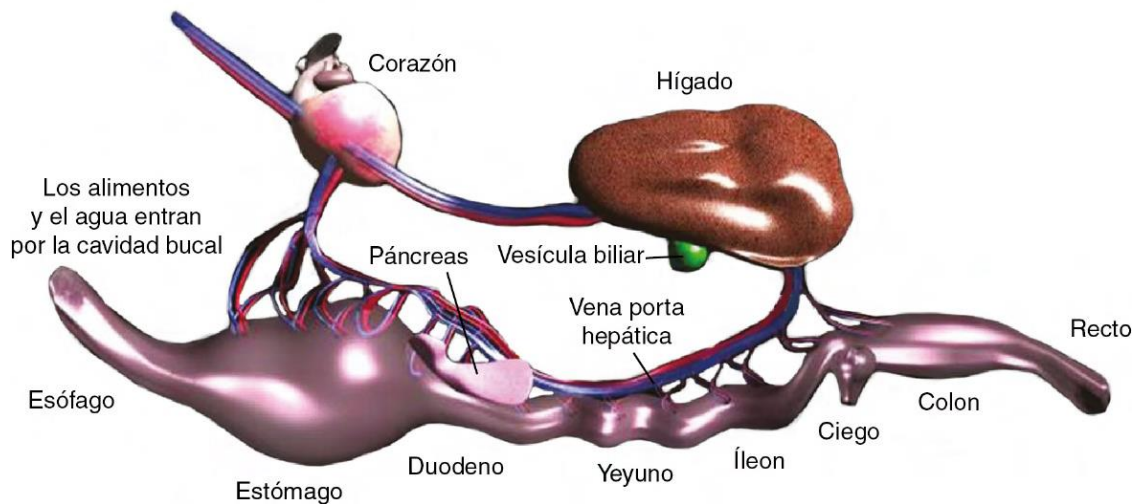
En general, el sistema digestivo está formado por los siguientes órganos y glándulas: Boca, Faringe, Esófago, Estómago, Intestino delgado e Intestino grueso. Órganos y glándulas anexas: Glándulas salivales: parótidas, submaxilares y sublinguales, Páncreas (conducto pancreático), Hígado (vesícula biliar y conducto biliar).

Las diferentes especies animales, a través del mecanismo evolutivo se han ido adaptando a diversas fuentes de alimento. De esta manera, se han conformado grandes diferencias anatómicas y fisiológicas de los órganos digestivos, estas diferencias revisten gran importancia porque afectan los procesos digestivos. El sistema digestivo en los animales anatómicamente y fisiológicamente se clasifican en:

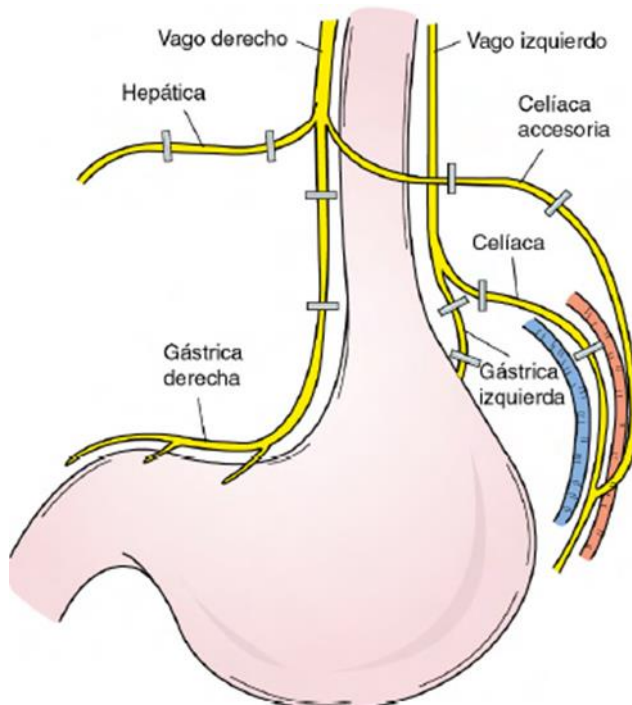
- a. Monogástricos (porcino, equino, canino, felino, cunícula)
- b. Poligástricos (bovino, ovino, caprino)
- c. Aviar

Sus sistemas de control intrínseco y extrínseco regulan las diferentes funciones del tubo digestivo. El sistema de control intrínseco tiene dos componentes: el sistema nervioso enteral (SNE) y las hormonas digestivas gastrina, péptido inhibidor gástrico (PIG),

colecistocinina (CCC), secretina y motilina. Los elementos del sistema de control intrínseco que regulan las funciones del tubo digestivo son los nervios vagos y esplácnico y la hormona aldosterona.



El sistema nervioso enteral (SNE) es, junto con los sistemas simpático y parasimpático, un componente del sistema nervioso autónomo (SNA). El SNE controla la mayor parte de las funciones GI independientemente del sistema nervioso central (SNC). Anatómicamente, el SNE consta de dos plexos ganglionares principales, llamados plexo submucoso (o de Meissner) y plexo mientérico (o de Auerbach). Los plexos entéricos se comunican entre sí a través de interneuronas y con el SNC mediante los nervios vago, pélvico y esplácnico.



El nervio vago inerva el tracto GI por medio de dos ramas principales: los vagos izquierdo y derecho. El vago izquierdo se ramifica en los nervios celíaco y gástrico izquierdo, en tanto que el vago derecho se ramifica en los nervios: hepático, gástrico derecho y celíaco accesorio.

2.3 Órganos Que Conforman el TGI

Boca o Cavidad oral

Es la parte inicial del aparato digestivo, es una cavidad alargada en el sentido de la cabeza que presenta dos aberturas, una anterior por donde penetran los alimentos y una posterior por medio de la cual se comunica con la faringe.

Regiones de la boca:

- Labios
- Carrillos o mejillas
- Paladar duro

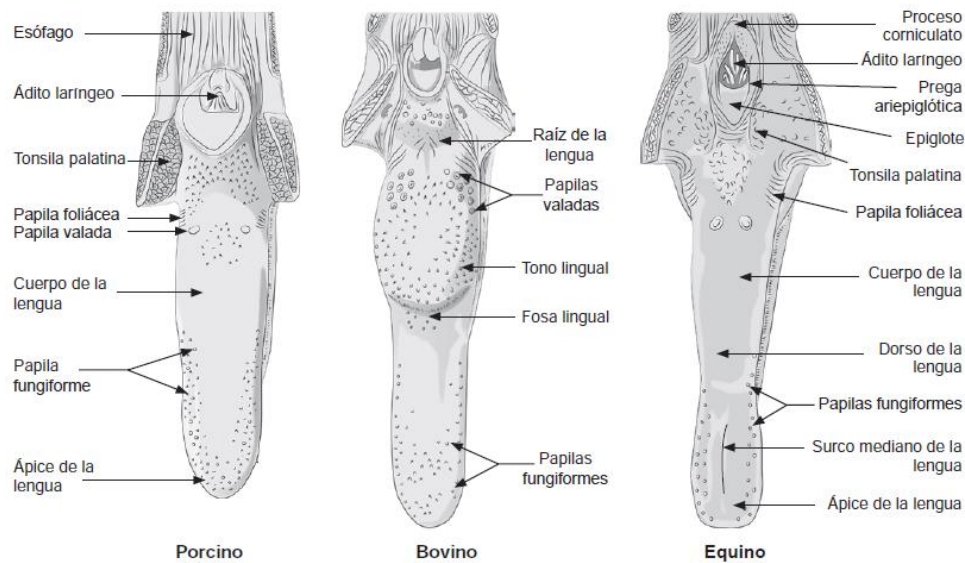
- Paladar blando
- Piso de la boca y lengua
- Dientes

Labios

Son dos pliegues músculos membranosos que circundan en el orificio de la boca, cubierto externamente por la piel y tapizado por dentro por la membrana mucosa.

Lengua

Situada en el piso de la boca entre las ramas de la mandíbula, presenta numerosas papilas entre las cuales están: a) Papilas filiformes: eminencias finas parecidos a hilos; b) Papilas fungiformes: parte lateral de la lengua; c) Papilas circunvaladas. Se encuentran en la parte caudal del dorso; d) Papilas foliadas: situadas rostralmente a los arcos del paladar blando



Dientes

Difieren en la cantidad y tamaño y se dividen, por su durabilidad en: **Deciduos:** son los primeros en salir; y **Permanentes:** es la renovación de los dientes deciduos, los dientes permanentes duran para toda la vida en el animal.

Faringe

Es una estructura que controla el pasaje de los alimentos a los demás órganos de sistemas como el estómago e intestinos. En ella se encuentran los cartílagos aritenoides, que hacen que durante la deglución se cierre la abertura laríngea. También existe la epiglotis que se cierra impidiendo que los alimentos entren al tracto respiratorio.

Esófago

Es un tubo musculoso, largo de forma cilíndrica que va desde la faringe hasta el cardias o entrada del estómago. Su función es impulsar el bolo alimenticio hacia el estómago, a través de movimientos de contracción (peristaltismo).

Estómago

El estómago de los animales puede ser de dos tipos: simple en el caso de los monogástricos o compuesto en caso de los rumiantes.

- Estómago simple: en el caso de animales monogástricos como el caballo, el cerdo, el perro, el gato y las aves. Cada uno de ellos presenta las variaciones correspondientes.
- Estómago compuesto: en el caso de los rumiantes como los bovinos, ovinos y caprinos. Este tipo de estómago se encuentra dividido en cuatro compartimentos. (Rumen, Retículo, Omaso, Abomaso).

Intestino delgado

El intestino delgado se encuentra formado por el duodeno, el yeyuno y el íleon. Inicia en el píloro y termina en la válvula ileocecal.

Duodeno

Se inicia en el píloro y tiene tres porciones. La primera porción se inicia en el píloro, la segunda porción se dirige hacia atrás hasta la tuberosidad coxal donde forma la flexura iliaca y la tercera porción se continúa con el yeyuno e íleon. Aquí se reciben las secreciones pancreáticas y biliares mediante los conductos.

Yeyuno

Es la continuación del duodeno dispuesto de numerosas asas. Su función es la absorción de nutrientes.

Íleon

Es la última porción del intestino delgado. Se comunica con el intestino grueso, formando la válvula ileocecal. Su función es la absorción de nutrientes.

Intestino grueso

Es la continuación del íleon, es corto y de aspecto cerrado al final. Posee tres partes: ciego, colon y recto.

Anexos del TGI →

- **Páncreas:** Las hormonas que secreta es la insulina para bajar el valor de glucemia, mientras el glucagón sube el valor de glucemia. El papel que desarrolla en la digestión, es segregando enzimas pancreáticas cuando el alimento se traslada por los intestinos. Ayudando a degradar proteínas, carbohidratos y grasas.
- **Hígado:** Glándula mayor del cuerpo, encargada de múltiples funciones para el organismo. Principal zona de metabolismo y transporte de todas las sustancias que entran al cuerpo.
- **Vesícula biliar:** Es un saco piriforme de 10 - 20 cm de largo, relacionada con la cara visceral del hígado. Su función es almacenamiento de la bilis, sustancia funcional para la emulsión de las grasas.

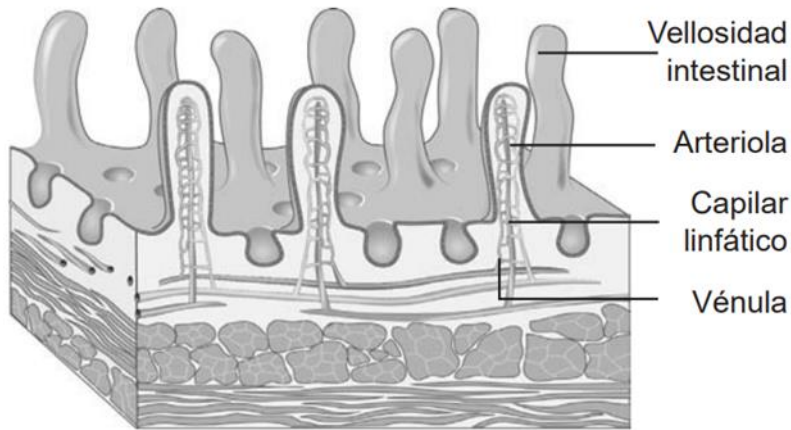
Fisiología Del Sistema Digestivo

En resumen se puede enlistar de manera práctica las funciones que dan inicio a la digestión, y el papel de importancia del TGI. Primero tenemos el concepto de prehensión, el cual se define como conjunto de movimientos de la cabeza, mandíbulas, lengua y labios que permiten introducir el alimento a la boca y seccionarlo. Los bovinos difieren de los caballos en el modo de tomar el pasto. Los caballos arrancan el pasto con los incisivos. El bovino sin embargo, al no tener incisivos superiores utilizan la lengua como órgano prensil. Los ovinos muerden la vegetación o la rompen agarrándola con sus dientes y mandíbula, tirando con movimientos de la cabeza hacia adelante y hacia atrás.

Posterior a la prehensión pasamos al proceso de masticación, mediante el cual se tritura la comida previamente ingerida al comienzo de la digestión. En la masticación, la trituración del alimento queda reservada a los molares. Con la ayuda de la saliva se forma el bolo alimenticio y se procede a la deglución del mismo. La saliva desempeña las siguientes funciones: a) Lubricación: para formación del bolo y deglución; b) Actividad enzimática: Producción amilasa salival (ptialina); c) Sabor: solubiliza sustancias químicas de los alimentos; d) Protección: Humectación de las membranas de la boca y el bolo alimenticio y e) pH gástrico: Equilibra el balance ácido base. Una vez formado el bolo alimenticio sucede la deglución, donde éste último pasa de la cavidad bucal al esófago a través de la faringe.

Todos esos pasos para lograr que el alimento llegue al estómago, donde se llevará a cabo la digestión. Es el proceso que consiste en transformar los alimentos altamente complejos a componentes químicos más sencillos que pueden ser absorbidos a través de la pared del intestino delgado y transportado hacia la sangre, para así estar disponibles a los tejidos del cuerpo, y este cumplir con las funciones de crecimiento y producción.

La absorción de los productos de la digestión se realiza a través de la pared del intestino delgado. Algunos compuestos pasan directamente debido a su minúsculo tamaño y otros lo hacen a través de las vellosidades intestinales. El sodio, la glucosa y muchos aminoácidos son transportados por las vellosidades intestinales. Por lo tanto, los productos de la digestión son asimilados por el organismo a través de la pared intestinal, que es capaz de absorber sustancias nutritivas de forma selectiva, rechazando otras sustancias similares. Los carbohidratos sólo se pueden absorber como monosacáridos y las proteínas se absorben como aminoácidos. El estómago y el colon tienen también la capacidad de absorber agua, ciertas sales, alcohol y algunos fármacos. La absorción intestinal tiene otra propiedad única: muchos nutrientes se absorben con más eficacia cuando la necesidad del organismo es mayor. Las sustancias hidrosolubles, tales como minerales, aminoácidos y algunos hidratos de carbono, pasan al sistema de capilares del intestino y a través de los vasos del sistema portal, directamente al hígado. Sin embargo, muchas de las grasas se vuelven a sintetizar en la pared del intestino y son recogidas por el sistema linfático que las conduce a la circulación sistémica a través del sistema de la vena cava.



El sistema intrínseco de control hormonal del tubo digestivo consta de cinco hormonas: secretina, gastrina, colecistocinina, polipéptido inhibidor gástrico y motilina.

Secretina.

Bayliss y Starling descubrieron la secretina en 1902; fue la primera hormona peptídica digestiva que se identificó. Segregan la secretina las células S del duodeno y de la parte superior del yeyuno en respuesta a la grasa, las proteínas, el ácido del estómago, los ácidos biliares y los extractos de hierbas. En cuanto a su función, la secretina estimula las secreciones pancreáticas endocrinas y biliares de agua y bicarbonato, así como las de moco gástrico y pepsinógeno, además, estimula las secreciones de insulina, glucagón y somatostatina.

Gastrina.

La gastrina (G), una hormona secretada por las células G del píloro, el antro y el duodeno, en respuesta a la presencia de proteínas y a la distensión del estómago, fue descubierta en 1905 por John Sidney Atkins. Su acción más importante es la de aumentar la secreción ácida del estómago.

Colecistocinina

Ivy y Oldberg descubrieron la colecistocinina (CCC) en 1928; se trata de una hormona secretada por las células endocrinas I y las neuronas entéricas del duodeno y el yeyuno

como respuesta a las grasas y las proteínas. Su acción principal es estimular el vaciado de la vesícula biliar y la secreción de enzimas pancreáticas.

Polipéptido inhibidor gástrico (PIG).

Este polipéptido fue descubierto en 1969 por Brown y colegas. El PIG se incluye como una enterogastrona debido a su capacidad de disminuir la velocidad de vaciado del estómago. Enterogastrona es un término colectivo referido a cualquier hormona o sustancia reguladora que enlentece el movimiento de la ingesta, especialmente entre el estómago y el intestino.

Motilina

La motilina fue descubierta por Brown y colegas en 1973. Las células M (o Mo) del duodeno y, en menor medida el yeyuno, secretan este péptido. La motilina actúa sobre los músculos y también sobre los nervios para regular el complejo motor migratorio (CMM), que es el patrón básico de la motilidad intestinal durante los períodos entre comidas y que se interrumpe como consecuencia de la ingestión.

2.4 anatomía y fisiología del aparato digestivo en carnívoros y omnívoros

Los carnívoros son animales cuya dieta se compone principalmente de carne. Su aparato digestivo está adaptado para procesar alimentos ricos en proteínas y grasas, con un sistema que favorece la rápida digestión y absorción de estos nutrientes. Los carnívoros tienen dientes afilados y especializados para desgarrar carne. Los caninos son particularmente largos y puntiagudos, mientras que los premolares y molares son cortantes, en lugar de trituradores, la lengua de los carnívoros es rugosa (como en los gatos) y está adaptada para ayudar a limpiar los huesos y manejar la carne durante la masticación.

La saliva en carnívoros contiene enzimas mínimas y está más enfocada en lubricar la carne para facilitar la deglución, ya que la digestión química inicial es limitada en la boca. El esófago de los carnívoros es musculoso, permitiendo el rápido paso del alimento al estómago. Los movimientos peristálticos son fuertes para transportar trozos grandes de carne.

Los omnívoros son animales que tienen una dieta variada que incluye tanto carne como plantas. Su aparato digestivo está adaptado para procesar una amplia gama de alimentos, lo que se refleja en una anatomía más compleja y versátil en comparación con los carnívoros.

Los omnívoros tienen una dentición variada que incluye incisivos afilados para cortar, caninos para desgarrar, y molares planos para triturar tanto carne como vegetales. Esto les permite procesar eficientemente diferentes tipos de alimentos. La lengua es versátil y está adaptada para manipular una variedad de alimentos, tanto sólidos como líquidos.

La saliva en omnívoros contiene enzimas digestivas como la amilasa salival, que inicia la digestión de los carbohidratos en la boca, además de lubricar los alimentos para facilitar la deglución. Similar al de los carnívoros, pero con una función que permite el transporte eficiente de alimentos de diferentes consistencias, desde carne hasta vegetales fibrosos.

El estómago de los omnívoros es de tamaño moderado y tiene una acidez intermedia (pH alrededor de 2-3), adecuada para la digestión tanto de proteínas animales como vegetales. Producen ácido clorhídrico y enzimas como la pepsina para la digestión de proteínas. El estómago también almacena alimentos y los mezcla con los jugos gástricos. El intestino delgado en omnívoros es más largo que en carnívoros, lo que refleja la necesidad de digerir y absorber una variedad de nutrientes provenientes tanto de carne como de plantas. Duodeno, yeyuno e íleon. El duodeno recibe jugos digestivos del páncreas y la bilis del hígado, lo que permite la digestión de carbohidratos, proteínas y grasas. El colon es más largo y complejo en omnívoros que en carnívoros, permitiendo una mayor fermentación de la fibra vegetal y la absorción de agua y nutrientes. El ciego es más desarrollado que en carnívoros, aunque no tanto como en herbívoros. Esto permite cierta digestión microbiana de fibras vegetales.

La principal función del tubo digestivo es degradar los componentes de los alimentos y asimilar sus nutrientes. Este proceso se inicia en la boca, la cual segrega saliva durante la masticación de los alimentos. Tanto el gato como el perro cuentan con cuatro pares de glándulas salivares: las parótidas, situadas delante de cada oreja, las sublinguales, ubicadas bajo la lengua, las submaxilares (o mandibulares), que se encuentran debajo de la mandíbula inferior y las zigomáticas, situadas sobre la mandíbula superior, debajo del ojo. La saliva lubrica los alimentos para facilitar su paso y, en el perro, también sirve de refrigerante por evaporación durante el jadeo. A diferencia de los humanos, los perros y los gatos carecen del enzima α -amilasa, que inicia el proceso de descomposición del almidón.

El movimiento peristáltico que se inicia en la faringe sigue en el esófago a través del esfínter gastroesofágico, principal movimiento peristáltico de deglución. En el perro, la velocidad de deglución de los líquidos oscila entre los 80 y los 100 cm³ por segundo, mientras que en el gato es de sólo 1 a 2 cm por segundo. Tal vez ello explique la tendencia de los gatos a desarrollar esofagitis si se administran pastillas por vía oral sin agua, ya que se ha demostrado que las pastillas tienden a quedarse en el esófago.

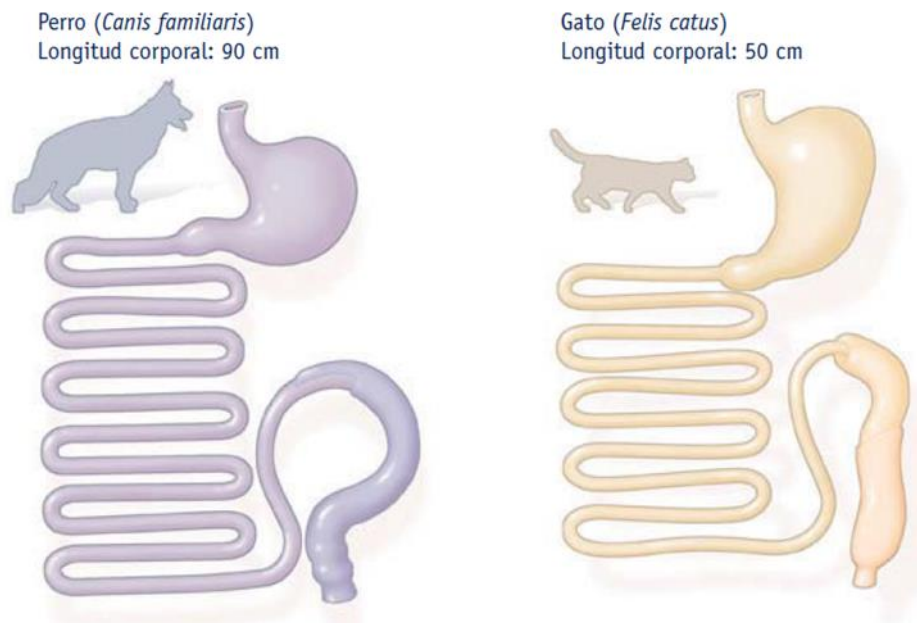
El esófago del perro contiene dos músculos oblicuos estriados que lo recorren en toda su longitud. En el caso del gato, la túnica muscular consiste en un músculo estriado, pero la sección abdominal y torácica caudal contiene una cantidad cada vez más elevada de músculo liso, hasta los últimos 2 o 3 cm del esófago, que es sólo músculo liso. Tal vez este hecho explique las diferencias que presentan sus respectivas degluciones.

El esfínter gastroesofágico (EGE) es importante para mantener una zona de alta presión entre el esófago y el estómago para evitar que se produzca un reflujo del contenido gástrico hacia el esófago. Las comidas proteicas hacen aumentar la presión, seguramente debido al aumento de la gastrina. Las grasas hacen disminuir la presión del EGE debido al aumento de la estimulación de la colecistoquinina y a la inhibición del aumento producida por la gastrina.

El estómago está situado a la izquierda del plano medio del cuerpo. Cuando está vacío se encuentra dentro del arco costal y un estómago vacío normal no puede palparse con un examen físico. Incluso cuando está lleno. Anatómicamente, el estómago se divide en cinco regiones: cardias, fundus, cuerpo, antro y píloro. Fisiológicamente, el estómago tiene una parte proximal que almacena los alimentos de manera temporal y una parte distal, que regula la liberación de ácido clorhídrico, tritura las partículas de comida y controla el vaciado del estómago. El fundus se dilata en respuesta a la entrada de alimentos en una relajación receptora que desemboca en un descenso de la actividad motora y de la presión fúndica.

Los principales enzimas digestivos del estómago del perro son la pepsina y la lipasa. La pepsina inicia la digestión de las proteínas y las convierte en péptidos, y desarrolla su función en condiciones óptimas cuando el pH es de 2,0, de modo que su función disminuye cuando los alimentos llegan al intestino delgado. Su actividad es más importante en la digestión de

las proteínas cárnicas que en las vegetales. De ahí que, según la dieta del perro, la pepsina sea más importante para el gato que para el perro. La lipasa gástrica contribuye a descomponer los ácidos grasos de cadena larga, pero, comparada con la lipasa pancreática, su contribución resulta muy pequeña.



El píloro y el antro funcionan como una sola unidad que regula el vaciado de los alimentos sólidos. En el caso del perro, las partículas alimentarias suelen medir menos de 2 mm antes de pasar por el píloro

La mayor parte de la digestión enzimática de los alimentos se produce en el intestino delgado, que se divide en duodeno, yeyuno e íleon, a pesar que esta división no responde a ninguna distinción anatómica entre las partes. El intestino delgado del perro presenta una longitud que oscila entre los 1,8 y los 4,8 m, y el del gato mide aproximadamente 1,3 m.

Al igual que el esófago y el estómago, el intestino contiene capas mucosas, submucosas y musculares. Las mucosas consisten en una única capa de células epiteliales que tienen debajo la lámina propia. Por todas las células epiteliales se encuentran repartidas las células caliciformes, productoras de mucosidad. La superficie luminal consta de un ribete en cepillo

compuesto por microvellosidades que aumentan la superficie de digestión y absorción. Las microvellosidades intestinales contienen asimismo proteínas que transportan otras sustancias como el calcio, el hierro y la cobalamina. Entre las vellosidades están las criptas de Lieberkühn, que contienen células inmaduras o células madre que al madurar transforman las vellosidades en células epiteliales vellosas completamente diferenciadas.

Una cantidad elevada de bacterias, un trauma físico o un trauma químico pueden acortar la supervivencia celular epitelial y provocar atrofia vellosa. Los medicamentos que interfieren con la multiplicación celular (p. ej. muchos medicamentos de quimioterapia) impiden la renovación celular normal, igual que lo hace el ayuno. Un déficit de vitamina B12 (cobalamina) o de folatos también provoca la atrofia de las mucosas. La conservación de la capa mucosa es vital para la función protectora del intestino, que evita la aparición sistémica de bacterias u otros agentes perjudiciales dentro del intestino.

La duración de la transmisión de los alimentos al intestino delgado en el perro parece oscilar entre una y dos horas y en el gato, entre dos y tres horas. El páncreas secreta enzimas fundamentales para la digestión de los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos. Muchos de ellos son secretados como precursores inactivos como la tripsina, la quimotripsina y la carboxilpeptidasa, que se activan dentro del intestino delgado.

El intestino grueso está compuesto por el colon, el ciego y el recto. El de un perro de tamaño medio tiene una longitud de 0,6 metros y el del gato adulto de unos 0,4 m. La principal función del colon es la absorción de electrolitos y agua, y la fermentación bacteriana de los nutrientes que no han sido absorbidos. Aunque el colon no tiene vellosidades, contiene criptas de Lieberkühn, que secretan una mucosidad alcalina. En los gatos, el colon ascendente se vacía con bastante rapidez y el colon transversal es la zona más importante a la hora de mezclar, almacenar y secar los alimentos ingeridos. El colon transversal del gato presenta una cantidad considerable de peristaltismo inverso, lo cual responde a su función mezcladora.

2.5 Anatomía del Aparato Digestivo en Herbívoros

Los herbívoros son animales cuya dieta se compone principalmente de plantas. Debido a la naturaleza fibrosa y compleja de las plantas, el aparato digestivo de los herbívoros ha evolucionado para maximizar la eficiencia en la digestión de materiales vegetales ricos en celulosa. Dependiendo de su estrategia digestiva, los herbívoros se dividen en dos grandes categorías: fermentadores de foregut (rumiantes) y fermentadores de hindgut (no rumiantes). A continuación, se describe la anatomía del aparato digestivo de los herbívoros, destacando las adaptaciones clave que les permiten procesar eficazmente su dieta vegetal.

Categoría

Rumiantes (Fermentadores de Foregut)

Los rumiantes son herbívoros que poseen un estómago complejo y multicameral, donde la fermentación microbiana de la celulosa ocurre principalmente en el rumen, antes de la digestión en el intestino delgado.

Ejemplos: Vacas, ovejas, cabras, ciervos.

No Rumiantes (Fermentadores de Hindgut)

Estos herbívoros fermentan la celulosa principalmente en el ciego y colon, lo que les permite extraer nutrientes de las plantas después de la digestión en el estómago.

Ejemplos: Caballos, conejos, roedores.

Los rumiantes tienen un estómago multicameral especializado en la fermentación microbiana antes de la digestión enzimática, mientras que los no rumiantes tienen un estómago simple y realizan la fermentación principalmente en el ciego y colon. Los rumiantes son fermentadores de foregut, con un proceso de digestión que comienza en el rumen, mientras que los no rumiantes son fermentadores de hindgut, donde la fermentación ocurre principalmente en el ciego y colon. El ciego está subdesarrollado en rumiantes debido a la eficiencia del rumen, pero es muy desarrollado en no rumiantes como los caballos, donde juega un papel crucial en la digestión de fibra.

2.6 Sistema Digestivo en Rumiantes

Su digestión está determinada por la presencia de un sinnúmero de microorganismos que conforman la flora ruminal. La primera porción del conducto alimenticio está formado por la boca, que contiene la lengua y los dientes. La lengua de los rumiantes es especialmente larga en su porción libre y cubierta por diferentes tipos de papilas, ésta sale de la boca, rodea al pasto y lo atrae hacia adentro.

La dentadura de los rumiantes carece de caninos e incisivos en el maxilar superior y éstos están reemplazados por una almohadilla carnosa. Los incisivos inferiores están implantados en forma no rígida de modo de no lastimar la almohadilla. Los incisivos sujetan entonces el pasto contra el rodete superior y el animal corta el bocado mediante un movimiento de cabeza. El rumiante posee distintos tipos de glándulas (parótidas, molares, bucales, palatinas, sublingual, submaxilar, labial, faríngea) pero se pueden clasificar según el tipo de secreción en mucígenas y alcalígenas. La secreción mucilaginosas tiene por objeto humedecer el bolo y facilitar la masticación y la deglución mientras que la saliva alcalina, formada especialmente por carbonatos, bicarbonatos y fosfatos mantiene el pH del rumen en un rango estrecho, cercano a la neutralidad, y actúa del mismo modo que el bicarbonato que se toma habitualmente para evitar la acidez estomacal. Además la saliva contiene urea lo que permite mantener un nivel de nitrógeno más o menos constante en el rumen.

Esófago

El bolo deglutido pasa junto con la saliva a la faringe que es un pasaje común a las vías respiratorias y digestivas y baja al estómago por el esófago. Su longitud aproximada es de 0,90 a 1,05 metros y su diámetro potencial en la misma especie de 5 a 7 cms. Está formado por 3 capas de las cuales la intermedia muscular, produce ondas que facilitan el traslado del bolo.

Rumen y retículo

En los rumiantes este saco se halla dividido en cuatro compartimentos denominados rumen, retículo, omaso y abomaso. El rumen es un saco formado por una membrana mucosa recubierto por un epitelio escamoso, estratificado y cornificado que representa papilas y rodeado por una capa muscular que es la que produce las contracciones. En su interior presenta pliegues o pilares que los dividen en cinco sacos. El bolo llega entonces al cardias, este se abre y el alimento entra al retículo. Desde acá el bolo se moverá por contracciones de las capas musculares que rodean el rumen.

Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios. Las primeras son las más importantes y su concentración puede llegar a cien mil millones por centímetro cúbico. La concentración y el tipo de bacterias depende de la dieta pues si bien están presentes siempre muy variadas especies, el porcentaje en que se halla cada una de ellas es muy variable. Se puede considerar al rumen como una enorme cuba de fermentación, con condiciones de temperatura constante (39°C , 1°C más que la temperatura del animal debido al calor desprendido por la fermentación), y anaerobiosis.

La acidez es más variable pues los productos finales de la acción bacteriana son ácidos grasos volátiles (acéticos, propiónico y butírico) los cuales son neutralizados por la saliva. Si el alimento es muy digestible, la gran producción de ácidos grasos volátiles no alcanza a ser neutralizada. mientras que con dietas de mayor contenido en celulosa la producción de ácido es más lenta y la producción de saliva mayor de modo que el pH se mantiene aproximadamente en 6,8. También se sintetizan en el rumen todas las vitaminas del grupo B y la K, haciendo al animal independiente de su aporte por la dieta.

Rumia

La rumia es la función característica del rumiante y consiste en la regurgitación de digesta del retículo a la boca. El estímulo para iniciar la rumia es el contacto de partículas gruesas en la pared ruminal. La remasticación dura de 25 a 60 segundos y consiste en 30 a 80 movimientos de mandíbula. El tiempo total dedicado a la rumia depende del tipo de dieta, siendo muy pequeño en dieta con gran contenido de grano y mayor tratándose de alimentos con mucha fibra. El tiempo normal oscila entre 7 y 11 horas por día.

El estómago de los rumiantes se divide en cuatro compartimentos:

- Rumen: El compartimento más grande, donde ocurre la fermentación microbiana. Aquí, los microorganismos descomponen la celulosa y otros carbohidratos complejos en ácidos grasos volátiles (AGV), que son la principal fuente de energía para el animal.
- Retículo: Funciona junto con el rumen, atrapando partículas grandes y objetos extraños, y facilitando la regurgitación del bolo alimenticio para una mayor masticación.
- Omaso: Absorbe agua y ácidos grasos volátiles, reduciendo el contenido líquido del quimo antes de que pase al abomaso.
- Abomaso: El "estómago verdadero" de los rumiantes, similar al estómago de los no rumiantes, donde se secretan ácido clorhídrico y enzimas digestivas para la digestión de proteínas microbianas y alimentos no fermentados.

Intestino Delgado

- Duodeno, Yeyuno, Íleon: Similar a otros mamíferos, el intestino delgado de los rumiantes es el principal sitio de absorción de nutrientes, incluyendo los productos de la digestión microbiana y las proteínas derivadas de los microorganismos del rumen.

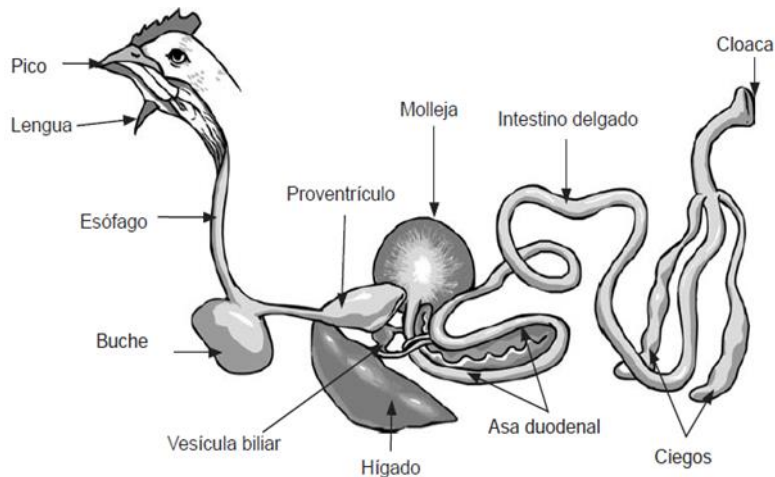
Intestino Grueso

- Ciego y Colon: Aunque menos desarrollado que en los fermentadores de hindgut, el ciego y colon en los rumiantes todavía juegan un papel en la absorción de agua y electrolitos, y en la fermentación de restos de fibras no digeridas.

2.7 Sistema Digestivo En Las Aves

Los órganos digestivos de las aves son diferentes a los de mamíferos. El sistema digestivo está conformado por:

- Lengua
- Esófago
- Bucho o divertículo
- Proventrículo o estómago glandular
- Molleja o estómago muscular
- Intestino delgado
- Intestino grueso
- Cloaca
- Glándulas anexas



Las aves carecen de paladar blando, por lo tanto su faringe no está dividida y el orificio que conecta la faringe y la cavidad nasal no es vertical al paladar duro. El tamaño y forma del pico están adaptados al tipo de alimento que consumen las aves y a como lo manipulan. El pico está formado por keratina y a medida que se desgasta va creciendo y se va reemplazando.

A través del esófago que está ubicado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea. Sirve para conducir los alimentos desde el pico hasta el buche y de éste hasta el proventrículo. Es donde nace o se forma una cavidad muy dilatada llamada buche que sirve

para guardar alimentos temporalmente. El estómago de las aves domésticas consta de 2 compartimientos o cavidades, que son:

- Proventrículo o estómago glandular. Conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche y que se dirigen hacia la molleja. Produce jugo gástrico que presenta pepsina y ácido clorhídrico.
- Molleja o estómago muscular Le sigue al proventrículo. Es muy grande, tiene forma redondeada y lados planos. Realiza la digestión mecánica y el transporte de los alimentos al intestino.

Función: Comprimir, triturar, moler y pulverizar los alimentos.

Intestino delgado

Se extiende desde la molleja al origen de los ciegos, su forma es tubular, es de tamaño largo según la especie.

Cloaca

Es la cavidad final donde salen las heces fecales. Se divide en dos compartimientos: Urodeum (tracto final del urinario y genital) y Coprodeum (tracto final del digestivo). La cloaca expulsa al exterior una materia fecal verdosa, frecuentemente mezclada con ácido úrico de color blanco.

Órganos Accesorios

- Hígado. Está suspendido por el peritoneo en las cavidades dorsal derecha e izquierda. Es un órgano para el mantenimiento de la salud de las aves.
- Páncreas. Produce enzimas que vierte al duodeno a través de uno, dos o tres conductos. Entre las enzimas del jugo pancreático se encuentran: Amilasas, Lipasa, Tripsina.
- Vesícula Biliar. Órgano localizado por debajo del hígado. La función es almacenar y concentrar la bilis segregada por el hígado.

2.8 Histología Digestiva

La histología digestiva es el estudio de los tejidos que componen el sistema digestivo, desde la cavidad oral hasta el ano. Cada segmento del tracto digestivo tiene una estructura

histológica adaptada a su función específica, ya sea para la protección, secreción, absorción o propulsión de los alimentos a lo largo del sistema. A continuación, se describe la histología de las principales partes del sistema digestivo.

I. Estructura General del Tracto Digestivo

El tracto digestivo, desde el esófago hasta el recto, sigue una estructura histológica básica que se organiza en cuatro capas principales:

- **Mucosa:**

Epitelio: Varía dependiendo de la región del tracto digestivo. En el esófago es estratificado escamoso para resistir la abrasión, mientras que en el estómago y los intestinos es columnar simple para facilitar la secreción y absorción.

Lámina Propia: Tejido conectivo laxo que contiene glándulas, vasos sanguíneos y linfáticos.

Muscularis Mucosae: Capa delgada de músculo liso que ayuda a mover la mucosa para facilitar la absorción y secreción.

- **Submucosa:**

Tejido conectivo más denso que la lámina propia, contiene glándulas submucosas (especialmente en el esófago y duodeno), vasos sanguíneos y un plexo nervioso llamado plexo submucoso (de Meissner).

- **Muscularis Externa:**

Dos capas de músculo liso, una interna circular y otra externa longitudinal, que son responsables de la peristalsis y la mezcla de los contenidos del tracto digestivo.

Entre estas capas se encuentra el plexo mientérico (de Auerbach), que controla la motilidad gastrointestinal.

- **Serosa o Adventicia:**

Serosa: Es una capa de tejido conectivo cubierto por mesotelio (epitelio simple escamoso), presente en las partes del tracto digestivo intraperitoneales.

- **Adventicia:** Tejido conectivo denso que fija el órgano a estructuras adyacentes, presente en las partes extraperitoneales como el esófago.

Histología Específica de las Regiones del Tracto Digestivo

- **Esófago**

Epitelio: Estratificado escamoso no queratinizado, diseñado para resistir la fricción del paso de alimentos sólidos.

Submucosa: Contiene glándulas esofágicas que secretan moco para lubricar y proteger la mucosa.

Muscularis Externa: En la parte superior del esófago es músculo esquelético (voluntario), mientras que en la parte inferior es músculo liso (involuntario).

Adventicia: Tejido conectivo denso que fija el esófago a las estructuras circundantes.

- Estómago

Mucosa:

Epitelio: Columnar simple que forma invaginaciones llamadas fosas gástricas, que contienen glándulas gástricas.

Glándulas Gástricas: Contienen varios tipos de células:

Células Mucosas: Secretan moco para proteger el epitelio del ácido gástrico.

Células Parietales: Secretan ácido clorhídrico y factor intrínseco.

Células Principales: Secretan pepsinógeno, que se convierte en pepsina para la digestión de proteínas.

Células Enteroendocrinas: Secretan hormonas como la gastrina.

Submucosa: Contiene vasos sanguíneos y nervios que soportan la mucosa.

Muscularis Externa: Tres capas de músculo liso (oblicua interna, circular media, y longitudinal externa) que permiten la mezcla y propulsión del contenido gástrico.

Serosa: Cubre el estómago, permitiendo que se mueva libremente dentro de la cavidad abdominal.

- Intestino Delgado

Mucosa:

Epitelio: Columnar simple con células absorbentes (enterocitos) cubiertas por microvellosidades que aumentan la superficie para la absorción.

Células Caliciformes: Secretan moco para proteger y lubricar el epitelio.

Vellosidades y Criptas de Lieberkühn: Las vellosidades aumentan la superficie de absorción y las criptas contienen células Paneth (que secretan enzimas antimicrobianas) y células madre que regeneran el epitelio.

Submucosa: Contiene pliegues circulares (pliegues de Kerckring) que también aumentan la superficie de absorción. En el duodeno, contiene glándulas de Brunner que secretan moco alcalino.

Muscularis Externa: Dos capas de músculo liso (circular y longitudinal) que facilitan el movimiento peristáltico.

Serosa: Cubre la mayor parte del intestino delgado.

- Intestino Grueso

Mucosa:

Epitelio: Columnar simple con una alta densidad de células caliciformes para la producción de moco.

Criptas de Lieberkühn: Son más profundas que en el intestino delgado y carecen de vellosidades. Aquí se absorbe agua y electrolitos.

Submucosa: Similar a la del intestino delgado, pero sin glándulas de Brunner.

Muscularis Externa: La capa longitudinal se organiza en tres bandas llamadas tenias del colon, que ayudan en la propulsión del contenido fecal.

Serosa/Adventicia: Dependiendo de la porción del colon, puede estar cubierta por serosa o adventicia.

2.9 Regiones anatómicas del estómago simple

El estómago simple, característico de muchos mamíferos como los carnívoros (perros y gatos) y los omnívoros (cerdos y humanos), es una cámara en forma de saco que desempeña un papel crucial en la digestión inicial de los alimentos. Se pueden identificar varias regiones anatómicas del estómago simple, cada una con funciones específicas.

1. Cardias

Es la región que conecta el esófago con el estómago. El cardias actúa como una válvula que permite la entrada del alimento al estómago desde el esófago. También ayuda a prevenir el reflujo del contenido ácido del estómago hacia el esófago. La mucosa en esta región es similar a la del esófago, pero comienza la transición al epitelio columnar simple que caracteriza el resto del estómago.

2. Fundus

Es la porción superior abombada del estómago, situada por encima de la unión con el esófago. El fundus actúa como un área de almacenamiento donde los alimentos se mezclan

con los jugos gástricos. Esta región también participa en la secreción de ácidos y enzimas. Contiene glándulas gástricas que secretan ácido clorhídrico y enzimas digestivas, como la pepsina.

3. Cuerpo (Corpus)

Es la región central y más grande del estómago. El cuerpo del estómago es la principal área de secreción de jugos gástricos. Aquí, los alimentos se mezclan con las secreciones gástricas para formar el quimo, que es la mezcla semifluida que continúa hacia el intestino delgado. Similar al fundus, el cuerpo contiene glándulas gástricas con células parietales (que secretan ácido clorhídrico) y células principales (que secretan pepsinógeno).

4. Antro Pilórico

Es la porción inferior del estómago, cercana a la salida hacia el duodeno. El antro pilórico tiene una función principalmente motora, ayudando a mezclar el quimo y a regular su liberación hacia el intestino delgado a través del píloro. También se asocia con la secreción de hormonas como la gastrina, que regula la secreción ácida en el estómago. Las glándulas en esta región son menos densas en células parietales y más ricas en células mucosas y células G, que secretan gastrina.

5. Píloro

Es la región terminal del estómago, que conecta el estómago con el duodeno, la primera parte del intestino delgado. El píloro actúa como una válvula que controla el vaciamiento gástrico, permitiendo que el quimo pase al duodeno en cantidades controladas. También evita el reflujo del contenido duodenal hacia el estómago. El píloro tiene un anillo de músculo liso (esfínter pilórico) que regula el paso del quimo. La mucosa aquí es más gruesa y tiene una mayor proporción de células que secretan moco, lo que protege el revestimiento del estómago del ácido y las enzimas.

2.10 Regiones anatómicas del estómago de poligástricos

El estómago de los poligástricos, comúnmente conocidos como rumiantes, está dividido en varias cámaras especializadas que permiten la fermentación y digestión eficaz de los materiales vegetales fibrosos. Los rumiantes, como vacas, ovejas, cabras y ciervos, tienen un estómago compuesto por cuatro compartimentos distintos: rumen, retículo, omaso y

abomaso. A continuación, se describen las regiones anatómicas de este estómago complejo.

1. Rumen

Es el compartimento más grande del estómago de los rumiantes, ocupando gran parte del lado izquierdo de la cavidad abdominal. rumen es la principal cámara de fermentación. Aquí, los microorganismos (bacterias, protozoos y hongos) descomponen la celulosa y otros carbohidratos complejos en ácidos grasos volátiles (AGV), que son absorbidos y utilizados como fuente de energía por el animal. La mucosa del rumen está cubierta por papilas ruminales que aumentan la superficie de absorción de los AGV. Carece de glándulas y su epitelio es escamoso estratificado, adaptado para la absorción y la protección contra el material áspero.

2. Retículo

El retículo es el segundo compartimento y está situado en la parte craneal del abdomen, adyacente al rumen. El retículo funciona en conjunto con el rumen para atrapar partículas grandes de alimentos y objetos extraños, evitando que pasen a los compartimentos posteriores. También juega un papel clave en la rumia, ya que las partículas grandes son regurgitadas para una mayor masticación. La mucosa del retículo tiene un patrón distintivo en forma de panal o redes, con crestas que forman células pequeñas donde las partículas se alojan para ser más tarde regurgitadas o enviadas al omaso.

3. Omaso

El omaso está ubicado en el lado derecho de la cavidad abdominal, entre el retículo y el abomaso. El omaso se encarga de absorber agua, electrolitos, y algunos ácidos grasos volátiles del contenido digerido que proviene del rumen y el retículo. También filtra el quimo para reducir su volumen antes de que entre al abomaso. La mucosa del omaso está formada por múltiples pliegues largos y delgados llamados láminas omasales, que aumentan la superficie de absorción. Estas láminas están recubiertas por epitelio escamoso estratificado, similar al del rumen y retículo.

4. Abomaso

Es el último compartimento del estómago de los rumiantes, situado en la parte ventral derecha de la cavidad abdominal, justo antes del duodeno. El abomaso es el "estómago verdadero" de los rumiantes, similar al estómago simple de los monogástricos. Aquí, se secreta ácido clorhídrico y enzimas digestivas como la pepsina, que inician la digestión proteica del alimento y de las proteínas microbianas producidas en el rumen. La mucosa del abomaso es glandular, con glándulas gástricas que secretan moco, ácido clorhídrico, y enzimas digestivas. El epitelio es columnar simple, diseñado para la secreción y la protección contra el ambiente ácido.

2.11 Fermentación cecal y ruminal

La fermentación microbiana es un proceso crucial en la digestión de los herbívoros, especialmente aquellos que consumen grandes cantidades de fibra vegetal. Este proceso permite la descomposición de compuestos vegetales complejos, como la celulosa, que no pueden ser digeridos por las enzimas del propio animal. Dependiendo del sitio principal de fermentación, los herbívoros se dividen en fermentadores de foregut (como los rumiantes, que fermentan principalmente en el rumen) y fermentadores de hindgut (como los caballos y conejos, que fermentan principalmente en el ciego). A continuación, se describen los procesos de fermentación cecal y ruminal.

1. Fermentación Ruminal

La fermentación ruminal ocurre en el rumen, el primer y más grande compartimento del estómago de los rumiantes (como vacas, ovejas y cabras). Este proceso es llevado a cabo por una comunidad diversa de microorganismos que descomponen los componentes de la fibra vegetal en compuestos más simples que el animal puede absorber y utilizar.

Proceso:

- **Microorganismos Involucrados:**
 - **Bacterias:** Son los principales descomponedores de la celulosa y los carbohidratos complejos, produciendo ácidos grasos volátiles (AGV) como acetato, propionato y butirato.

- **Protozoos:** Contribuyen a la fermentación de almidones y azúcares, y a la regulación de la población microbiana mediante la depredación de bacterias.
- **Hongos:** Ayudan en la degradación de las paredes celulares vegetales, facilitando el acceso de bacterias a los carbohidratos complejos.
- **Productos de la Fermentación:**
 - **Ácidos Grasos Volátiles (AGV):** Los AGV, principalmente acetato, propionato y butirato, son los productos finales principales de la fermentación ruminal y la principal fuente de energía para el rumiante.
 - **Gases:** La fermentación produce gases como dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), que son eructados por el animal para evitar la hinchazón ruminal.
 - **Proteínas Microbianas:** Los microorganismos mismos son una fuente importante de proteína para el rumiante cuando pasan al abomaso y son digeridos.
- **Absorción:**
 - Los AGV son absorbidos directamente a través de la pared del rumen y entran en el torrente sanguíneo, donde son utilizados como fuente de energía.

La fermentación ruminal permite a los rumiantes utilizar la celulosa y otros carbohidratos complejos como fuente de energía, algo que la mayoría de los animales no pueden hacer debido a la falta de las enzimas necesarias. Los productos de la fermentación, como los AGV y las proteínas microbianas, son esenciales para el crecimiento y la producción en rumiantes.

2. Fermentación Cecal

La fermentación cecal ocurre principalmente en el ciego, una gran cámara del intestino grueso, en herbívoros no rumiantes (como caballos, conejos y algunos roedores). A diferencia de los rumiantes, estos animales fermentan los alimentos después de que han pasado por el estómago y el intestino delgado.

Proceso:

- **Microorganismos Involucrados:**
 - **Bacterias:** Principalmente bacterias celulolíticas, que descomponen la celulosa en ácidos grasos volátiles.
 - **Protozoos y Hongos:** También están presentes, aunque en menor diversidad y cantidad que en el rumen.
- **Productos de la Fermentación:**
 - **Ácidos Grasos Volátiles (AGV):** Al igual que en la fermentación ruminal, se producen acetato, propionato y butirato, que son absorbidos a través de la pared del ciego y colon.
 - **Gases:** Se produce una menor cantidad de gases que en el rumen, pero el CO₂ y el metano son eructados o expulsados por vía anal.
- **Absorción:**
 - Los AGV son absorbidos principalmente en el ciego y colon, proporcionando energía al animal.
- **Coprofilia (en algunos herbívoros):**
 - En animales como los conejos, la fermentación cecal produce cecotrofos, heces blandas ricas en nutrientes, que el animal reingiere para obtener nutrientes adicionales que no fueron absorbidos en la primera pasada.

La fermentación cecal es crucial para permitir que los fermentadores de hindgut obtengan energía de la celulosa y otros carbohidratos complejos después de que los nutrientes más fácilmente digeribles han sido absorbidos en el intestino delgado. Este proceso es menos eficiente que la fermentación ruminal, pero permite a los animales procesar grandes cantidades de fibra y aprovechar al máximo su dieta.

UNIDAD III

Aparato Cardiorrespiratorio

3.1 Sistema Circulatorio

El sistema circulatorio es esencial para todo organismo que sobrepase el tamaño relativamente pequeño en el que la difusión puede distribuir el combustible metabólico y otras sustancias que los tejidos requieren y retirar de él sus productos, ya sean desechos

para excreción o materiales que se utilizan en otras partes. Es claro que la masa crítica debe variar con el grado de actividad metabólica. Ésta se alcanza pronto en el embrión de los mamíferos, que crece rápidamente, y en el cual el sistema circulatorio, aunque no es el primero en aparecer, es el primer sistema corporal que alcanza el “estado funcional activo”.

Los órganos circulatorios y las células sanguíneas tienen un origen común en los grupos de células mesenquimatosas que aparecen en primer lugar en la pared del saco vitelino. Las células más externas de estos “islotos sanguíneos” se aplanan y se ordenan como un endotelio que recubre espacios en los cuales las células restantes, los hemocitoblastos o células madre sanguíneas, flotan en un plasma líquido. A los islotes formados primero pronto siguen otros que aparecen en el mesodermo de la corioalantoides y dentro del cuerpo del embrión; a medida que las diversas placas se extienden y se unen entre sí, forman un sistema difuso de vasos comunicantes que luego se extienden aún más mediante ramificaciones a partir de los canales existentes. Los vasos principales se forman entonces de manera independiente unos de otros y en relación con la forma y el crecimiento de las regiones anatómicas y los órganos del embrión.

Ya que no puede ocurrir una circulación propiamente dicha a través de tal sistema sino hasta que se cree un instrumento de bombeo de la sangre, el corazón necesariamente hace una aparición muy temprana. Se forma por la diferenciación de canales dentro de una porción del mesodermo conocida como área cardiógena. Esta área se ubica frente a la membrana oral del embrión discoide, y los rudimentos del corazón se relacionan desde el principio con los espacios tisulares más rostrales, que más tarde se fusionan para formar la cavidad celómica, que separa la somatopleura de la esplacnopleura.

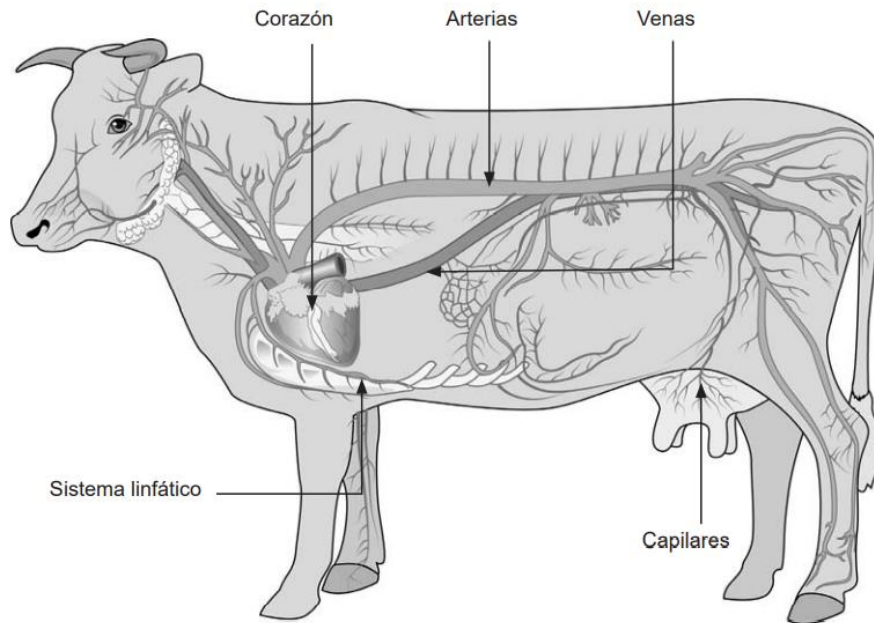
El área cardiógena (incluidos tanto el corazón como los rudimentos pericárdicos) se pliega ventralmente y se desplaza en sentido caudal en el proceso que convierte el disco embrionario en un cuerpo cilíndrico. En este estadio, el corazón consiste en dos tubos endoteliales (endocárdicos) colocados ventralmente al intestino anterior, pero se fusionan poco después para formar un órgano mediano único, que de manera gradual se desplaza caudalmente hasta el nivel de las somitas torácicas. El corazón está conectado desde el principio en un extremo con los vasos que se convierten en la aorta y en el otro con los

que forman tres conjuntos de venas: las venas vitelinas (onfalomesentéricas) que drenan el saco vitelino, las venas umbilicales que drenan la placenta corioalantoidea y las venas cardinales que drenan el cuerpo. La aorta ventral, que se continúa con el corazón, se une pronto a una aorta dorsal formada de manera independiente por un sistema de asas aórticas contenidas dentro de los arcos faríngeos (branquiales), laterales a la faringe. Es posible rastrear el origen de algunas arterias en la anatomía del animal adulto a partir de seis pares de arcos aórticos que se desarrollan (aunque no todos persisten), pero el lector debe consultar en los libros de texto de embriología los detalles de este proceso y la descripción de la incluso más complicada evolución de las venas. Se recuerda al lector que un aspecto clave del desarrollo del sistema circulatorio es su capacidad de responder a requerimientos funcionales cambiantes mediante la reconfiguración del patrón de los vasos, siempre reteniendo las porciones que caen en desuso hasta que empiezan a operar sus reemplazos. Más adelante, en este mismo capítulo, se encuentran descripciones del desarrollo propio del corazón y de los cambios particularmente drásticos que ocurren en la circulación al momento del nacimiento.

3.2 Composición del sistema cardiovascular

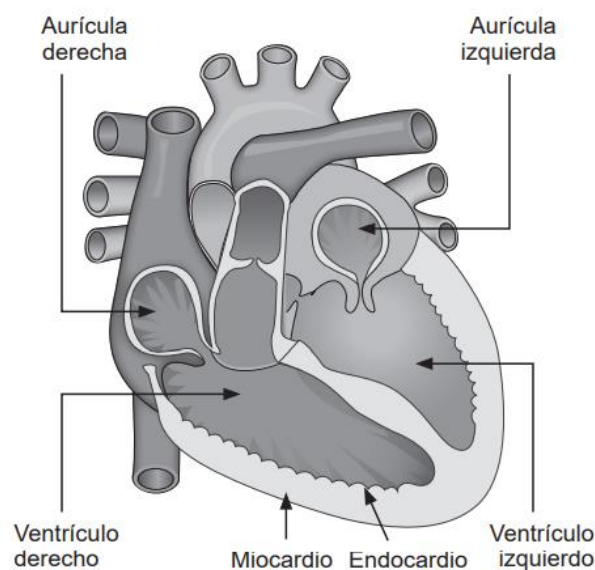
El sistema circulatorio de los animales domésticos está formado por las siguientes estructuras:

- Corazón
- Arterias
- Venas
- Capilares
- Sangre
- Sistema linfático



Corazón

El corazón es el órgano central que, mediante contracción rítmica, bombea la sangre de manera continua a través de los vasos sanguíneos. En el animal adulto está constituido por cuatro cámaras: atrio derecho, atrio izquierdo, ventrículo derecho y ventrículo izquierdo. Los dos atrios están separados por un septo (tabique) interno, al igual que los dos ventrículos, pero el atrio y el ventrículo de cada lado se comunican a través de una gran abertura atrioventricular correspondiente.



El corazón, por tanto, consta de dos bombas combinadas en un solo órgano. La bomba derecha recibe sangre desoxigenada (“venosa”) del cuerpo y la expelle hacia el tronco pulmonar, el cual la transporta a los pulmones para su reoxigenación; la bomba izquierda recibe la sangre oxigenada (“arterial”) de los pulmones y la expelle en la aorta, la cual la distribuye una vez más por todo el cuerpo incluyendo el propio corazón. El tamaño del corazón varía considerablemente entre la especies y también entre los individuos; como regla, es mayor en las especies y en los individuos más pequeños, pero puede hipertrofiarse mucho como consecuencia de un intenso entrenamiento físico. Como regla general, puede decirse que constituye alrededor de 0.75% del peso corporal, un poco menos en los animales sedentarios y mucho más en los animales reconocidos como buenos atletas, por ejemplo el caballo purasangre y el galgo de carreras.

3.3 Arterias y Venas.

Arterias

Son vasos sanguíneos formados por tres capas:

- Adventicia: formada de tejido conectivo.
- Túnica media: compuesta de fibras musculares elásticas.
- Túnica íntima: compuesta por endotelio.

La función de las arterias es transportar la sangre oxigenada. La única arteria que transporta sangre con dióxido de carbono (tal como hacen las venas) es la arteria pulmonar.

Venas

Son vasos sanguíneos formados por tres capas:

- Adventicia
- Túnica media
- Túnica íntima

La función de las venas es transportar la sangre cargada con dióxido de carbono de los tejidos al corazón. También las venas poseen válvulas que evitan que un reflujo venoso. Las venas son menos elásticas que las arterias. Las únicas venas que transporta sangre rica en oxígeno (tal como hacen las arterias) es la vena pulmonar.

Capilares

Son vasos sanguíneos de menor diámetro, conformados de vénulas y arteriolas donde se da el intercambio de sustancias.

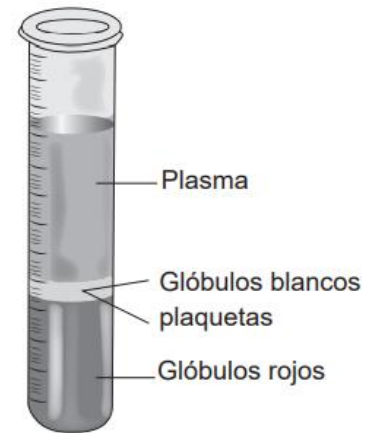
Sangre

Tejido conectivo en estado fluido dentro del organismo. La sangre está compuesta por:

- Plasma 60%.
- Elementos formes 40%.

Plasma: compuesto por 90% de agua, el 7% proteína y un 3% de grasas, vitaminas, oxígeno, glucosa y productos de desechos.

Elementos formes: compuesto por el 99.9% de glóbulos rojos y el 0.1% glóbulos blancos y plaquetas.



Elementos formes

- Glóbulos rojos: También llamados hematíes o eritrocitos. Son las células más numerosas de la sangre. Se encargan de transportar el oxígeno desde los pulmones hasta el resto de los tejidos.
- Glóbulos blancos: También reciben el nombre de leucocitos. Se ocupan de defender el organismo contra el ataque de bacterias, virus, parásitos y hongos. Son células con gran movilidad que realizan sus funciones más importantes fuera del torrente sanguíneo. Se los clasifica en cinco tipos distintos según sus características de tinción específicas y su morfología celular y funciones específicas. Al microscopio de luz pueden dividirse en Leucocitos granulares y leucocitos no granulares.

Leucocitos granulares

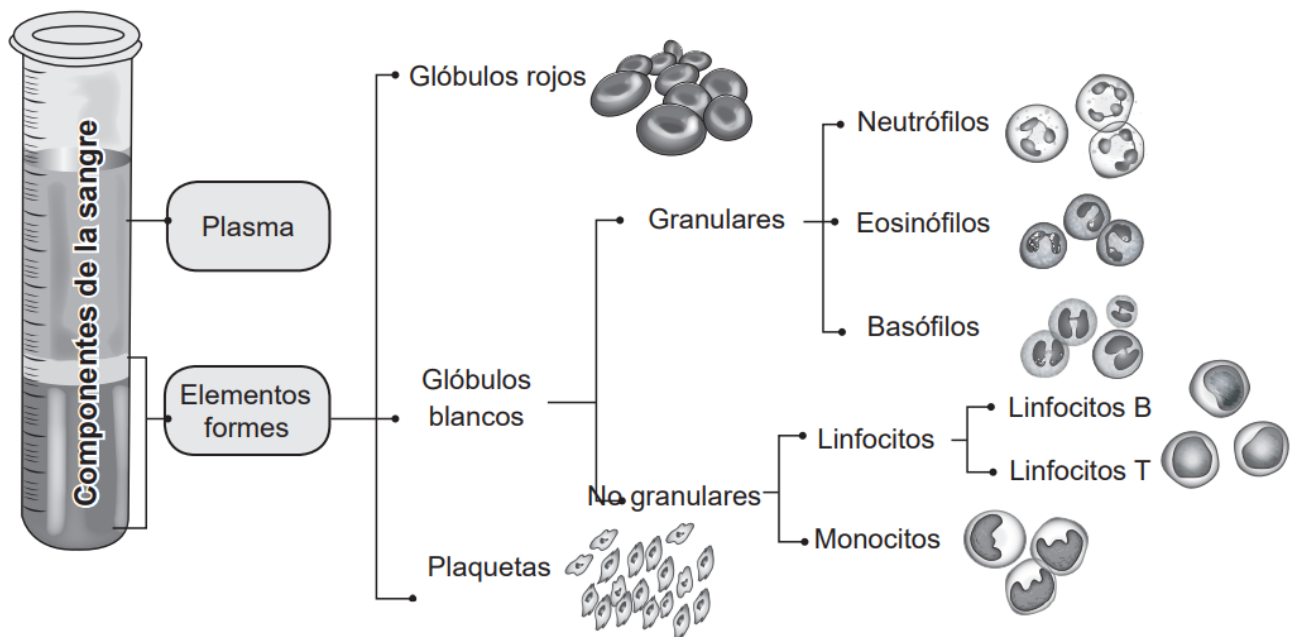
- Neutrófilos: su cantidad es del 50% al 70% de los leucocitos. Su función más importante es actuar en las inflamaciones agudas.
- Eosinófilos: se encuentran entre el 1% y el 4% de las células de sangre periférica. Un número elevado de eosinófilos en la sangre periférica puede ser un indicador de parasitosis.

- Basófilos: constituyen solo el 0.5% de los leucocitos de la sangre periférica. Pueden acumularse en zonas donde se producen reacciones alérgicas. Leucocitos no granulares:
- Linfocitos: comprenden entre el 20% y el 50% de los leucocitos sanguíneos. Los linfocitos pequeños se clasifican en dos grupos: los linfocitos T y los linfocitos B.
- Monocitos: comprenden de 2% al 8% de los leucocitos sanguíneos. Los monocitos son precursores de los macrófagos. Tienen una vida media de tres días, para luego migrar fuera del torrente sanguíneo c.

Plaquetas o trombocitos

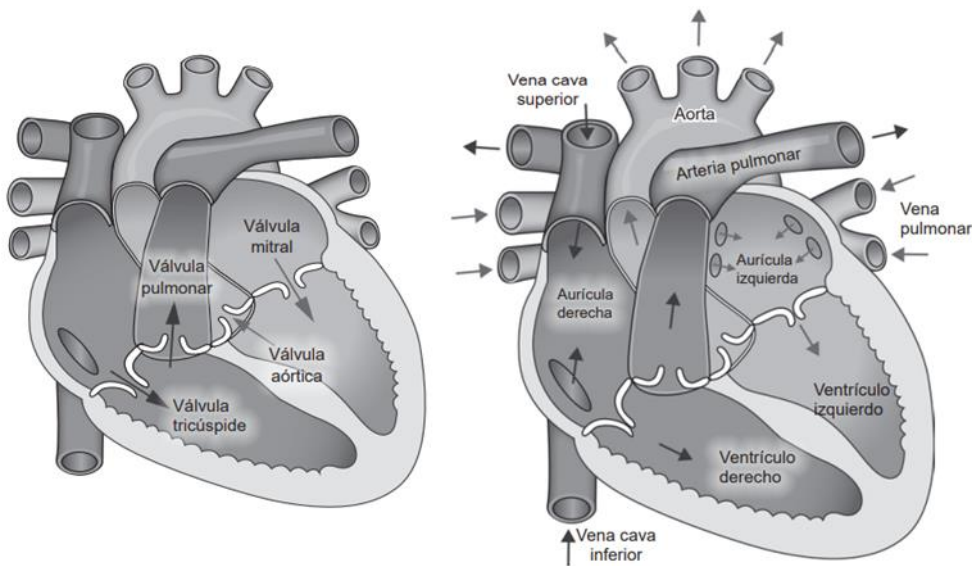
Son fragmentos celulares que participan en la protección de la pared de los vasos sanguíneos, forman un “tapón plaquetario” para impedir el sangrado en el lugar de la lesión y producen diversas sustancias que ayudan a la cicatrización de las heridas.

- Plasma: Es la parte líquida de la sangre y es muy rico en proteínas, entre las cuales destacan como las más importantes: La albúmina, los factores de la coagulación y las inmunoglobulinas.



3.4 Composición y fisiología del corazón.

La constitución, la forma y la posición anatómica general del corazón son similares en todos los mamíferos y, dado que la mayoría de las diferencias en las dos primeras tienen sólo implicaciones teóricas, reciben poca atención. Las diferencias en la topografía tienen en efecto importancia práctica, ya que modifican los métodos empleados para la exploración clínica y la interpretación de las pruebas que esta exploración proporciona; estos puntos se mencionan en capítulos posteriores.



De adentro hacia afuera, el corazón está compuesto por tres capas:

- Endocardio: membrana serosa de endotelio y tejido conectivo que entra en contacto con la sangre. Incluye fibras elásticas de colágeno, vasos sanguíneos y fibras musculares especializadas (fibras de Purkinje), que dan resistencia para aumentar la contracción del corazón.
- Miocardio: masa muscular contráctil, encargada de impulsar la sangre por el cuerpo mediante su contracción. Posee tejido conectivo, capilares sanguíneos, capilares linfáticos y fibras nerviosas.
- Pericardio: membrana externa que envuelve al corazón y a los grandes vasos sanguíneos, separándolos de las estructuras vecinas.

Cavidades del Corazón

El corazón está dividido en cuatro cavidades:

- Aurículas:
 - Aurícula Derecha: Recibe la sangre desoxigenada del cuerpo a través de las venas cavas (superior e inferior).
 - Aurícula Izquierda: Recibe la sangre oxigenada proveniente de los pulmones a través de las venas pulmonares.
- Ventricúlos:
 - Ventrículo Derecho: Bombea la sangre desoxigenada hacia los pulmones a través de la arteria pulmonar para su oxigenación.
 - Ventrículo Izquierdo: Bombea la sangre oxigenada a todo el cuerpo a través de la arteria aorta.

Válvulas Cardíacas

Las válvulas del corazón aseguran que la sangre fluya en una sola dirección:

- Válvula Tricúspide: Entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho.
- Válvula Mitral (Bicúspide): Entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo.
- Válvulas Semilunares:
 - Válvula Pulmonar: Entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar.
 - Válvula Aórtica: Entre el ventrículo izquierdo y la aorta.

Sistema de Conducción Eléctrica

- Nódulo Sinoauricular (SA): Es el marcapasos natural del corazón que inicia el impulso eléctrico.
- Nódulo Auriculoventricular (AV): Retrasa ligeramente el impulso para permitir que las aurículas se contraigan antes de que los ventricúlos lo hagan.
- Haz de His y Fibras de Purkinje: Distribuyen el impulso eléctrico a lo largo de los ventricúlos, asegurando una contracción coordinada y potente.

3.5 Flujo Sanguíneo

El flujo de sangre en el cuerpo humano y en otros mamíferos se puede dividir en dos circuitos principales: el circuito pulmonar (o circulación menor) y el circuito sistémico (o circulación mayor). Estos dos circuitos trabajan en conjunto para garantizar que la sangre desoxigenada se oxigene en los pulmones y que la sangre oxigenada sea distribuida a todos los tejidos del cuerpo.

I. Circuito Pulmonar: Flujo de Sangre Desoxigenada

Paso 1: Entrada de Sangre Desoxigenada al Corazón

- **Aurícula Derecha:** La sangre desoxigenada, que ha recogido dióxido de carbono y desechos metabólicos de los tejidos, regresa al corazón a través de las venas cavas superior e inferior, entrando en la aurícula derecha.

Paso 2: Paso de Sangre al Ventrículo Derecho

- **Válvula Tricúspide:** La sangre fluye desde la aurícula derecha hacia el ventrículo derecho a través de la válvula tricúspide.

Paso 3: Bombeo hacia los Pulmones

- **Válvula Pulmonar:** Durante la sístole ventricular, el ventrículo derecho se contrae y bombea la sangre desoxigenada a través de la válvula pulmonar hacia la arteria pulmonar.
- **Arterias Pulmonares:** La sangre desoxigenada es transportada por la arteria pulmonar a los pulmones. A diferencia de otras arterias, las arterias pulmonares transportan sangre desoxigenada.

Paso 4: Oxigenación en los Pulmones

- **Capilares Pulmonares:** En los pulmones, la sangre fluye a través de una red de capilares que rodean los alvéolos. Aquí, el dióxido de carbono es liberado y el oxígeno es absorbido en la sangre.

2. Circuito Sistémico: Flujo de Sangre Oxigenada

Paso 5: Retorno de Sangre Oxigenada al Corazón

- **Venas Pulmonares:** La sangre oxigenada regresa de los pulmones al corazón a través de las venas pulmonares. A diferencia de otras venas, las venas pulmonares transportan sangre oxigenada.
- **Aurícula Izquierda:** La sangre oxigenada entra en la aurícula izquierda del corazón.

Paso 6: Paso de Sangre al Ventrículo Izquierdo

- **Válvula Mitral (Bicúspide):** La sangre fluye desde la aurícula izquierda hacia el ventrículo izquierdo a través de la válvula mitral.

Paso 7: Bombeo hacia el Cuerpo

- **Válvula Aórtica:** Durante la sístole ventricular, el ventrículo izquierdo se contrae y bombea la sangre oxigenada a través de la válvula aórtica hacia la aorta.
- **Aorta:** La sangre oxigenada es transportada por la aorta, la arteria más grande del cuerpo, hacia las arterias principales que la distribuyen a todo el cuerpo.

Paso 8: Distribución a los Tejidos Corporales

- **Arterias, Arteriolas y Capilares:** La sangre oxigenada fluye desde la aorta a través de un sistema de arterias y arteriolas hasta llegar a los capilares, donde se realiza el intercambio de oxígeno, nutrientes, y desechos metabólicos con las células de los tejidos.

Paso 9: Retorno de Sangre Desoxigenada al Corazón

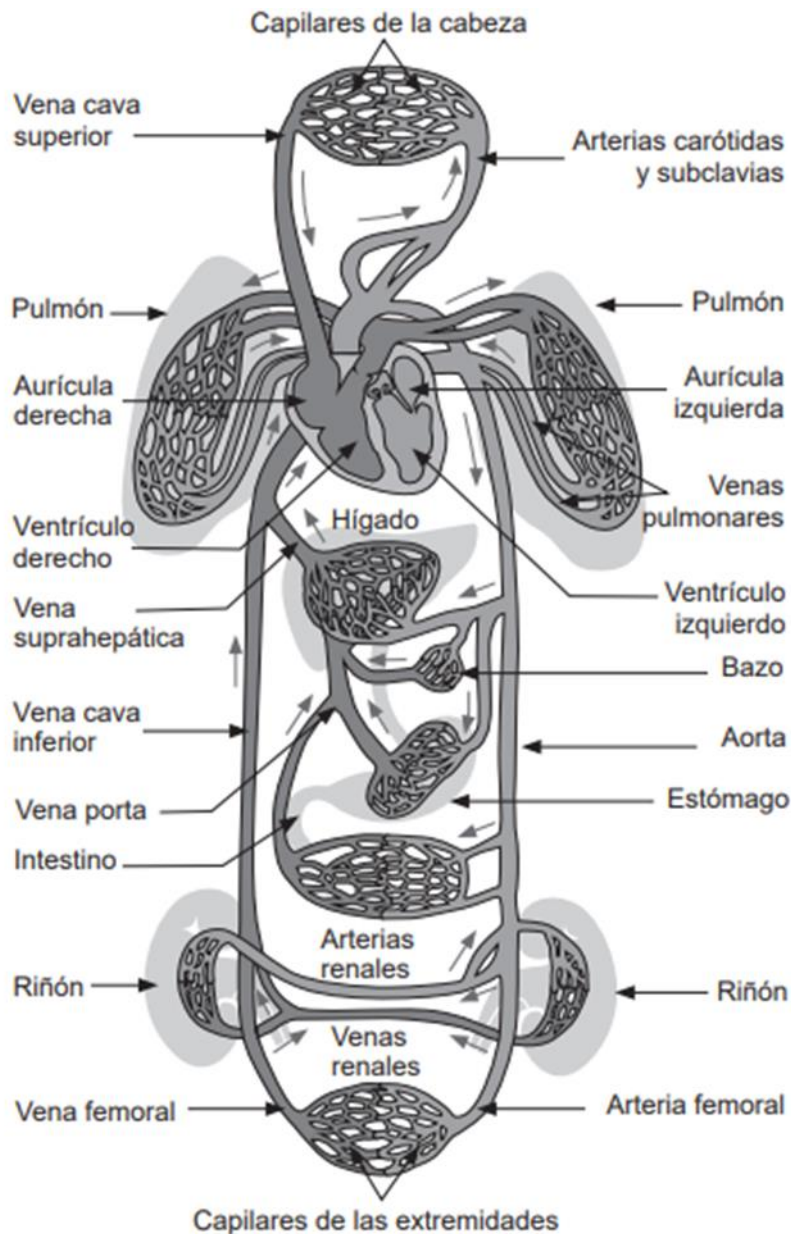
- **Capilares, Vénulas y Venas:** Después de liberar oxígeno y recoger dióxido de carbono, la sangre ahora desoxigenada fluye desde los capilares hacia las vénulas y luego hacia las venas principales, que finalmente la conducen de vuelta a las venas cavas, completando el ciclo.

El funcionamiento normal de cada tejido corporal depende de la llegada de un flujo sanguíneo suficiente. De esta manera, cuanto mayor sea la actividad metabólica de un tejido, mayor será el aporte de sangre que necesita. Si el flujo sanguíneo que llega a un tejido cualquiera es insuficiente estamos ante una isquemia, que incluso siendo transitoria produce una disfunción en esos tejidos. Una isquemia persistente conduce a un daño permanente del tejido (infarto) y finalmente, a la muerte celular (necrosis).

En medicina veterinaria es frecuente encontrar alteraciones de las funciones transportadoras del sistema cardiovascular. Algunas de estas alteraciones son primarias, en cuyo caso son alteraciones o enfermedades que afectan de manera directa al sistema cardiovascular. Un ejemplo de esta alteración cardiovascular primaria es la hemorragia (pérdida de sangre desde los vasos sanguíneos). Otro es la miocarditis (literalmente, «inflamación del músculo cardíaco») que puede producirse como consecuencia de una sustancia química tóxica o por una infección vírica o bacteriana que inflama el músculo cardíaco, disminuyendo su capacidad para bombear la sangre. En muchos otros estados patológicos, las complicaciones cardiovasculares se desarrollan aunque el sistema circulatorio no sea el objetivo primario de la enfermedad. Esas alteraciones cardiovasculares secundarias a menudo se convierten en los aspectos más graves y potencialmente letales de la enfermedad. Así, en quemaduras graves, o vómitos persistentes o diarrea, se producen pérdidas importantes de agua y electrolitos (pequeños iones solubles en los líquidos corporales; p. ej., Na^+ , Cl^- , K^+ y Ca^{2+}). Aunque el volumen de sangre no disminuya hasta niveles peligrosos, la alteración en la concentración de electrolitos puede llevar a ritmos cardíacos anormales (arritmias cardíacas) y a un bombeo ineficaz de sangre por el corazón (insuficiencia cardíaca).

Las sustancias transportadas por el sistema cardiovascular son nutrientes, productos de desecho, hormonas, electrolitos y agua. La sangre transporta los sustratos metabólicos necesarios para el funcionamiento de cada célula del organismo, incluido oxígeno, glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, y varios lípidos. También transporta los productos metabólicos de desecho que recoge de cada célula, entre los que se incluyen dióxido de carbono, ácido láctico, residuos nitrogenados procedentes del metabolismo proteico y calor. Aunque el calor producido por los procesos metabólicos celulares no es un producto de desecho material, su transporte hacia la superficie del cuerpo es esencial para evitar que los tejidos profundos sufran alteraciones por sobrecalentamiento.

La sangre también transporta mensajeros químicos vitales: las hormonas, sintetizadas y liberadas por las células de un determinado órgano y transportadas por la sangre hasta otras células de otros órganos donde ejercen su acción. Por ejemplo, la insulina, producida por células del páncreas, es transportada por la sangre a las células de todo el cuerpo donde estimula la captación de glucosa por las mismas.



Por último, la sangre transporta agua y electrolitos esenciales, entre los que se incluyen Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , H^+ y HCO_3^- . Los riñones son los órganos responsables de mantener la composición de agua y electrolitos a niveles normales en el organismo, lo que consiguen alterando la concentración electrolítica en la sangre cuando esta fluye a través de ellos. A continuación, la sangre modificada circula por todos los órganos del cuerpo, donde estabiliza el contenido hídrico y electrolítico en el líquido extracelular de cada tejido.

El corazón es un órgano de movimiento involuntario, su principal función es bombear y distribuir la sangre por todo el organismo, a través de dos mecanismos: circulación mayor o sistémica y circulación menor o pulmonar, que funcionan paralelamente.

Circulación mayor o sistémica: es el recorrido que efectúa la sangre oxigenada que sale del ventrículo izquierdo del corazón y a través de la arteria aorta llega a todas las células del cuerpo, donde se realiza el intercambio gaseoso celular: deja el oxígeno (O₂) que transporta y se carga con el dióxido de carbono (CO₂), regresando por las venas cavas superior e inferior a la aurícula derecha del corazón. **Circulación menor o pulmonar:** es el recorrido que efectúa la sangre con dióxido de carbono desde el ventrículo derecho del corazón hacia los pulmones donde se realiza el intercambio gaseoso en los alveolos: deja el CO₂ y fija el O₂. Esta sangre oxigenada regresa por las venas pulmonares a la aurícula izquierda del corazón.

Circulación coronaria: es la circulación propia del corazón a través de sus arterias coronarias (izquierda y derecha), las cuales suministran al corazón sangre rica en oxígeno. Luego un conjunto de venas coronarias recoge la sangre del miocardio y la conducen hasta la aurícula derecha junto con las venas cavas superiores e inferiores.

Sistema de conducción eléctrica del corazón Es donde se produce y se transmite el estímulo eléctrico que permite la contracción cardiaca. El impulso generado en el nodo sinusal (SA) se propaga y estimula al miocardio, causando su contracción, permitiendo que la sangre sea bombeada a todo el cuerpo.

Movimientos del corazón El corazón realiza dos movimientos: sístole (contracción) y diástole (relajación).

3.6 Ubicación de las principales venas y arterias

Principales Arterias

Aorta:

- **Ubicación:** La aorta nace del ventrículo izquierdo del corazón y se extiende hacia arriba, formando el arco aórtico. Luego desciende por el

tórax como la aorta torácica y continúa en el abdomen como la aorta abdominal.

- **Función:** Distribuye sangre oxigenada desde el corazón a todo el cuerpo.

Arterias Pulmonares:

- **Ubicación:** Se originan en el ventrículo derecho del corazón y se dirigen hacia los pulmones.
- **Función:** Llevan sangre desoxigenada a los pulmones para su oxigenación.

Arterias Carótidas:

- **Ubicación:** Se encuentran en ambos lados del cuello.
- **Función:** Suministran sangre oxigenada al cerebro, cuello y cara.

Arterias Subclavias:

- **Ubicación:** Debajo de la clavícula (hueso de la parte superior del tórax).
- **Función:** Proveen sangre a los brazos y a partes del tórax.

Arterias Renales:

- **Ubicación:** Se originan de la aorta abdominal y se dirigen hacia los riñones.
- **Función:** Suministran sangre a los riñones.

Arterias Femoral:

- **Ubicación:** Se encuentran en los muslos.
- **Función:** Proveen sangre a las extremidades inferiores.

Principales Venas

Vena Cava (Cranial y Caudal):

- **Ubicación:** La vena cava craneal se encuentra en la parte superior del cuerpo, y la vena cava caudal corre a lo largo del cuerpo inferior.
- **Función:** Ambas devuelven la sangre desoxigenada al atrio derecho del corazón.

Venas Pulmonares:

- **Ubicación:** Conectan los pulmones con el atrio izquierdo del corazón.
- **Función:** Llevan sangre oxigenada desde los pulmones de regreso al corazón.

Venas Yugulares:

- **Ubicación:** Se encuentran en el cuello.
- **Función:** Drenan la sangre desoxigenada de la cabeza y el cuello hacia el corazón.

Venas Subclavias:

- **Ubicación:** Se encuentran debajo de la clavícula, fusionándose con las venas yugulares.
- **Función:** Drenan la sangre de los brazos hacia el corazón.

Venas Renales:

- **Ubicación:** Se conectan con los riñones y la vena cava caudal.
- **Función:** Drenan la sangre desoxigenada de los riñones.

Vena Femoral:

- **Ubicación:** Se encuentran en los muslos.
- **Función:** Devuelven la sangre de las extremidades inferiores al corazón

3.7 Ruidos Cardiacos (sístole y Diástole)

El ciclo cardíaco es el proceso que describe una contracción completa (sístole) y relajación (diástole) del corazón:

- **Sístole Auricular:** Las aurículas se contraen, forzando la sangre hacia los ventrículos.
- **Sístole Ventricular:** Los ventrículos se contraen, expulsando la sangre hacia las arterias pulmonares (ventrículo derecho) y aorta (ventrículo izquierdo).

Diástole: El corazón se relaja, las válvulas semilunares se cierran y las válvulas auriculoventriculares se abren, permitiendo que la sangre llene las aurículas y fluya hacia los ventrículos.

- **Función de Bombeo**

El corazón actúa como una bomba doble:

Circuito Pulmonar: El ventrículo derecho bombea sangre desoxigenada a los pulmones a través de la arteria pulmonar, donde se oxigena y regresa a la aurícula izquierda.

Circuito Sistémico: El ventrículo izquierdo bombea sangre oxigenada a todo el cuerpo a través de la aorta, suministrando oxígeno y nutrientes a los tejidos.

3.8 Tipos de Circulación

En los animales, existen varios tipos de circulación que se han adaptado a sus necesidades fisiológicas y evolutivas. A continuación, se describen los principales tipos de circulación en el reino animal:

1. Circulación Simple

- **Características:** Este tipo de circulación se encuentra principalmente en los peces. El corazón tiene solo dos cámaras: una aurícula y un ventrículo. La sangre pasa una sola vez por el corazón en cada ciclo completo.
- **Proceso:** La sangre desoxigenada se bombea desde el ventrículo hacia las branquias, donde se oxigena. Después, la sangre oxigenada circula por el resto del cuerpo antes de regresar al corazón.
- **Ejemplo:** Peces.

2. Circulación Doble

- **Características:** Este tipo de circulación es más eficiente y se encuentra en anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El corazón tiene más cámaras (tres o cuatro), permitiendo una mejor separación de la sangre oxigenada y desoxigenada.
- **Subtipos:**
 - **Circulación Doble Incompleta:** Encontrada en anfibios y reptiles (excepto cocodrilos), donde el corazón tiene tres cámaras (dos aurículas y un ventrículo). Existe cierta mezcla de sangre oxigenada y desoxigenada en el ventrículo.
 - **Ejemplo:** Anfibios y la mayoría de los reptiles.
 - **Circulación Doble Completa:** Característica de aves y mamíferos, donde el corazón tiene cuatro cámaras (dos aurículas y dos ventrículos). La sangre oxigenada y desoxigenada se mantienen completamente separadas, lo que permite una circulación más eficiente.
 - **Ejemplo:** Aves y mamíferos.

3. Circulación Cerrada

- **Características:** En la circulación cerrada, la sangre fluye completamente dentro de los vasos sanguíneos, lo que permite un transporte más rápido y dirigido de los nutrientes y oxígeno a las células.
- **Ejemplo:** Todos los vertebrados, incluidos peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

4. Circulación Abierta

- **Características:** En este sistema, la sangre (o hemolinfa) no siempre permanece dentro de los vasos sanguíneos. La hemolinfa baña directamente los órganos en la cavidad corporal antes de volver al corazón.
- **Ejemplo:** Insectos, arácnidos, y la mayoría de los moluscos.

5. Circulación Pulmonar y Sistémica (en animales con circulación doble)

- **Circulación Pulmonar:** Específica de animales con circulación doble. La sangre desoxigenada se transporta desde el corazón a los pulmones para ser oxigenada y luego regresa al corazón.
- **Circulación Sistémica:** La sangre oxigenada se bombea desde el corazón al resto del cuerpo para suministrar oxígeno y nutrientes, y luego regresa desoxigenada al corazón.

3.9 Anatomía Comparada del Sistema Respiratorio

Los órganos esenciales de la respiración son los pulmones, en los que se lleva a cabo el intercambio gaseoso entre el aire inspirado y el torrente sanguíneo. Los órganos accesorios comprenden los órganos, tubulares o no, a través de los cuales el aire es conducido hacia los pulmones y expelido desde ellos hacia el exterior. Entre tales órganos se incluye la nariz, aunque ésta puede considerarse alternativamente en los órganos de los sentidos especiales, ya que ha evolucionado como el órgano de la olfacción. La faringe, en la cual se cruzan la vía respiratoria y la vía digestiva, se considera más adecuadamente dentro de los órganos digestivos, aunque su porción dorsal (nasofaringe) es exclusivamente una vía respiratoria.

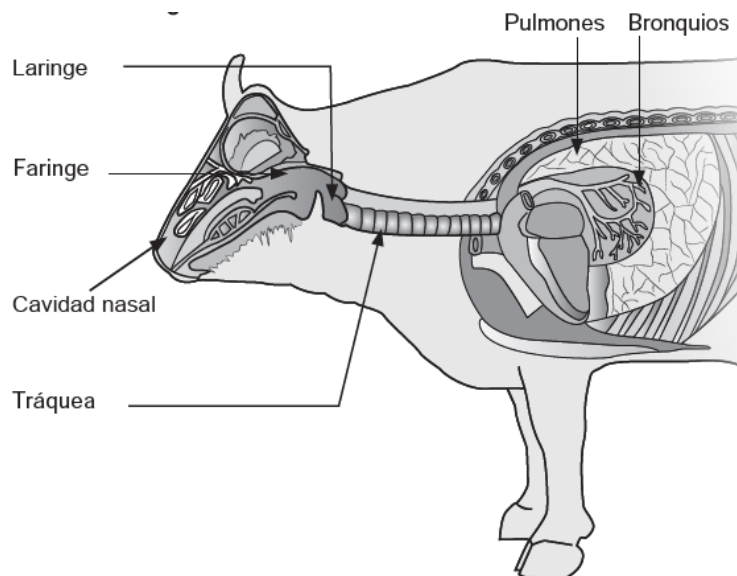
A la descripción de la anatomía del animal adulto sigue un breve comentario sobre el desarrollo.

La principal función del aparato respiratorio es el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre el entorno y los tejidos. El aparato respiratorio aporta oxígeno (O₂) para mantener el metabolismo tisular y elimina el dióxido de carbono (CO₂).

3.10 Composición del sistema respiratorio

Nariz

En el sentido amplio del término, comprende la nariz externa, el par de cavidades nasales y los senos paranasales. Sus límites son: huesos paranasales (dorsal), huesos maxilares (lateral) y huesos palatinos (ventral). La función es purificar, calentar y humedecer el oxígeno antes de ponerse contacto con el tejido del pulmón. Las cavidades derecha e izquierda están divididas por el septo (tabique) nasal, que es en gran parte cartilaginoso, pero que está osificado en su parte más caudal (la lámina perpendicular del hueso etmoides).

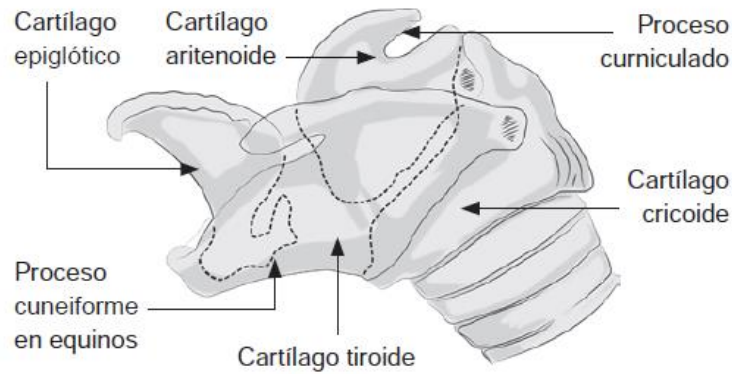


Laringe

La laringe forma la conexión entre la faringe y el árbol traqueobronquial. Se encuentra por debajo de la faringe y por detrás de la boca, suspendida de la base del cráneo por el aparato hioideo. Los cartílagos principales cuya presencia es constante comprenden los cartílagos

epiglótico, tiroideo y cricoides, que son de posición mediana (y por lo tanto impares), y los cartílagos aritenoides, pares.

La laringe se desarrolló originalmente como un dispositivo para proteger los pasajes respiratorios inferiores contra la “inundación” (por saliva, agua o alimento). La protección sigue siendo su función primaria, aunque la fonación, es decir, la producción de voz, es la función que con mayor frecuencia viene a la mente.



Faringe

Es un órgano tubular de aspecto cónico que comunica la cavidad nasal y la boca con la laringe. Es una zona de paso mixta para el alimento y el aire respirado.

Tráquea

La tráquea y los bronquios forman un sistema continuo de tubos que conducen aire entre la laringe y los pasajes más pequeños (bronquiolos) en los pulmones. Una y otros tienen una constitución muy similar y en su conjunto se conocen como árbol traqueobronquial. Los bronquios principales entran con rapidez en los pulmones, en los cuales se ramifican conforme a un patrón. La pared de la tráquea se compone de una mucosa interna, una capa media fibrocartilaginosa y una adventicia (en el cuello) o serosa (en el tórax). Contiene glándulas tanto unicelulares como multicelulares que producen una cubierta protectora de moco que está en movimiento continuo hacia la laringe por la acción ciliar del epitelio. La cubierta fibrocartilaginosa se compone de numerosas bandas de cartílago que se doblan para formar “anillos” incompletos dorsalmente, en donde los extremos pueden no llegar a unirse o pueden superponerse.

Pleura

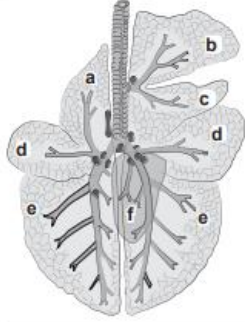
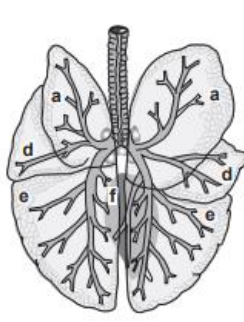
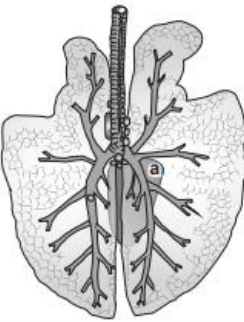
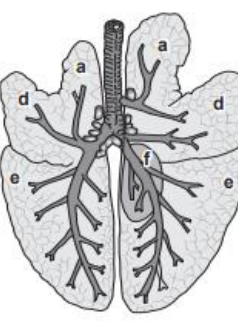
Cada pulmón está recubierto por una membrana serosa, la pleura, la cual también reviste la “mitad” correspondiente de la cavidad torácica. Por ello, existen dos membranas pleurales, cada una dispuesta como un saco invaginado cerrado. El espacio entre los sacos derecho e izquierdo forma el mediastino, una división más o menos mediana en el tórax, dentro de la cual se sitúan el corazón y los demás órganos torácicos. El saco pleural es siempre más grande que el pulmón, y en algunas regiones las superficies craneales de la pleura parietal están aplicadas de forma directa una sobre otra. Un pliegue especial de la pleura (pliegue de la vena cava) del saco derecho se extiende entre el diafragma y el pericardio y lleva la vena cava caudal en su borde dorsal libre. Esta división triangular ayuda a definir una fosa dentro de la cual se dispone el lóbulo accesorio del pulmón derecho.

Pulmones

Los pulmones derecho e izquierdo están invaginados cada uno dentro del saco pleural correspondiente y están libres, excepto en las raíces, en donde se fijan al mediastino. No tienen tamaño fijo o forma, ya que se adaptan a los cambios respiratorios en las dimensiones del tórax. Los pulmones se mantienen expandidos por la presión del aire dentro del árbol respiratorio y, al ser elásticos, se retraen y se colapsan en cuanto el aire entra en las cavidades pleurales debido a traumatismo, cirugía o disección.

Los dos pulmones son parecidos desde el punto de vista macroscópico y se reflejan entre sí en la forma, aunque el derecho es siempre más grande; esta asimetría, debida parcialmente a la posición sesgada del corazón, es más evidente en los pulmones del bovino. La raíz del pulmón, situada dorsalmente a la impresión cardíaca, está formada por la agrupación del bronquio principal y la arteria pulmonar, las venas y los linfáticos pulmonares y los nervios dentro de una cubierta de pleura proporcionada por el repliegue de la pleura mediastínica sobre el pulmón. Todos los mamíferos domésticos tienen dos lóbulos en el pulmón izquierdo; y todos tienen cuatro lóbulos en el pulmón derecho, excepto el caballo, que tiene tres lóbulos. Las fisuras son mucho más profundas en los pulmones del perro y el gato que en los de otras especies, pero es difícil encontrar una importancia funcional convincente en tales diferencias.

El grueso de la porción sólida pulmonar la proporcionan los bronquios, los vasos pulmonares y el tejido conectivo peribronquial y perivascular. La estructura de los bronquios principales recuerda a la de la tráquea, pero con cada división sucesiva los cartílagos de sostén se vuelven más pequeños y más irregulares, mientras que el músculo se expande hasta encerrar la luz por todos lados. Las arterias pulmonares siguen en general a los bronquios, mientras que las venas pulmonares a veces corren por separado.

Diferencias anatómicas de los pulmones en los animales domésticos			
Bovino	Canino	Equino	Porcino
			
Lóbulos			
(a) Lóbulo craneal (b) Parte craneal (c) Parte caudal (d) Lóbulo medio (e) Lóbulo caudal (f) Lóbulo accesorio	a. Lóbulo craneal d. Lóbulo medio e. Lóbulo caudal f. Lóbulo accesorio	a. Lóbulo intermedio	a. Lóbulo craneal d. Lóbulo medio e. Lóbulo caudal f. Lóbulo accesorio
Peso			
3.5 Kg	Variable según la raza	6.0 Kg	1.0 Kg

De la aorta nace una serie de arterias bronquiales para irrigar los bronquios y el tejido conectivo asociado completamente independiente de las arterias pulmonares. Una serie correspondiente de venas bronquiales puede devolver esa sangre a la aurícula derecha a través de la vena ácigos, pero a menudo el flujo bronquial regresa por completo al atrio izquierdo. Los nervios que llegan a los pulmones se distribuyen a través de un plexo nervioso pulmonar dentro del mediastino, al que contribuyen tanto fibras simpáticas como parasimpáticas (vagales). Las fibras eferentes pasan a las glándulas y la musculatura de los bronquios y a los vasos sanguíneos. Las fibras aferentes llegan desde la mucosa bronquial (el reflejo tusígeno), desde los vasos y desde los receptores de estiramiento.

Alvéolos

Los alvéolos Los alvéolos pulmonares son los divertículos (bolsa) terminales del árbol bronquial. En ellos se produce el intercambio gaseoso entre el oxígeno inspirado y el dióxido de carbono exhalado.

2.10 Desarrollo Del Sistema Respiratorio

Laringe, tráquea y pulmones tienen un origen común en una evaginación ventral del intestino anterior, directamente caudal al segundo de los dos engrosamientos que forman la lengua. El primordio se extiende caudalmente como un surco (traqueobronquial) en el piso faringoesofágico; el surco se convierte luego en un tubo por la invaginación y fusión de sus labios; la fusión se inicia caudalmente y se extiende hacia craneal hasta que el esófago y la faringe se separan del aparato respiratorio, excepto por una pequeña abertura craneal que permanece como la entrada a la laringe.

Es importante el hecho de que el desarrollo inicial tenga la forma de un surco, y no de un tubo, ya que explica la amplia variedad de comunicaciones entre el esófago y la tráquea que pueden presentarse como anomalías congénitas cuando el proceso de división no ha tenido éxito de manera local. La diferenciación posterior de la laringe incluye la aparición de los distintos cartílagos y músculos por medio de la condensación y la diferenciación del mesodermo de los arcos faríngeos vecinos. La epiglotis tiene origen un poco distinto, ya que se desarrolla como una división caudal del segundo de los dos engrosamientos medios que dan nacimiento a la lengua. Después de la separación del esófago, el extremo caudal del tracto respiratorio crece hacia ventral del cuello y pasa a ubicarse en el mesodermo medio que se interpone entre las dos prolongaciones del celoma que se extienden hacia craneal y que más tarde se convertirán en las cavidades pleurales. El vértice del tracto respiratorio se divide en los dos primordios pulmonares, cuya división posterior primero reproducirá el patrón del árbol bronquial y luego creará los pasajes respiratorios más pequeños que continúan a los bronquios. En los bebés humanos el tallo bronquial ha experimentado unas 18 divisiones en el momento del nacimiento; sin embargo, el proceso todavía no está terminado, y durante la infancia se añadirán nuevas divisiones. Las ramas de las yemas pulmonares se van revistiendo de mesodermo esplácnico, dentro del cual se abren paso, y es este mesodermo el que forma los tejidos de los órganos respiratorios

distintos del epitelio de revestimiento (el cual es, desde luego, proporcionado por el endodermo del intestino anterior).

El desarrollo histológico de los pulmones comprende tres fases que se denominan según las características microscópicas dominantes: la primera fase (glandular) establece el patrón bronquial; la segunda fase (canalicular) establece la porción respiratoria del pulmón; y la tercera y última fase (alveolar) está implicada en el desarrollo de los alvéolos. La producción de surfactante, una sustancia secretada por ciertas células alveolares y que es necesaria para reducir la tensión superficial, a fin de permitir la expansión alveolar cuando comienza la respiración, ocurre más tarde. El síndrome de insuficiencia respiratoria del recién nacido está asociado con la falta de madurez de esta característica del desarrollo.

3.11 Vía respiratoria alta

La vía respiratoria alta en medicina veterinaria se refiere a las estructuras anatómicas del sistema respiratorio que se encuentran en la parte superior y que permiten el paso del aire desde el ambiente exterior hasta las vías respiratorias inferiores. Estas estructuras son fundamentales para la función respiratoria, ya que no solo facilitan el paso del aire, sino que también filtran, calientan y humedecen el aire antes de que llegue a los pulmones. A continuación, se describen las principales estructuras de la vía respiratoria alta en los animales:

1. Nariz y Cavidad Nasal
2. Senos Paranasales
3. Faringe
4. Laringe
5. Tráquea

3.12 Vía respiratoria Baja

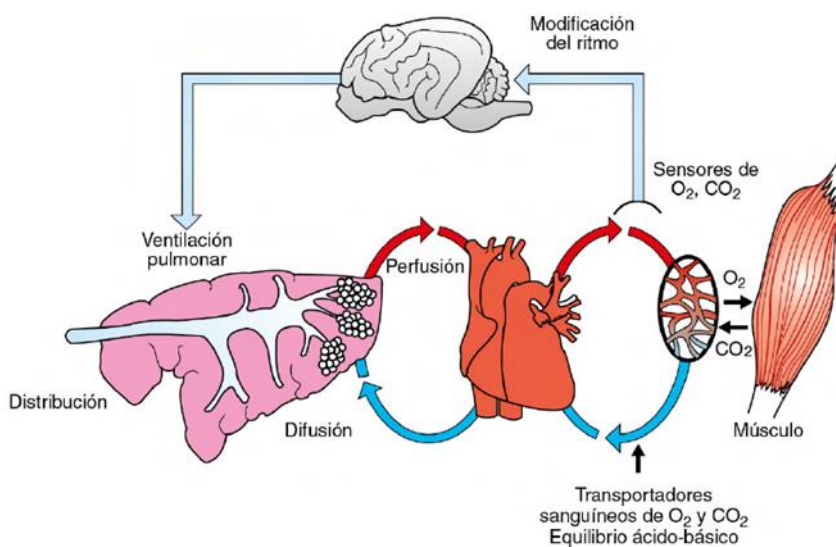
La vía respiratoria baja en medicina veterinaria se refiere a las estructuras que conducen el aire desde la tráquea hasta los pulmones, donde ocurre el intercambio de gases. Estas

estructuras incluyen la tráquea, los bronquios, los bronquiolos, y los alvéolos. A continuación, se describen las principales partes de la vía respiratoria baja y su función en el sistema respiratorio de los animales:

1. Tráquea
2. Bronquios
3. Bronquiolos
4. Alvéolos

3.13 Fisiología del sistema respiratorio (ventilación, intercambio gaseoso y termorregulación)

La respiración es un proceso indispensable para los animales, el sistema respiratorio capta el oxígeno del medio y lo transporta hacia los pulmones; a través de la hematosis el oxígeno pasa a la sangre y unido a la hemoglobina viaja hacia los tejidos del organismo donde se realizan múltiples procesos metabólicos. Posteriormente a este proceso el dióxido de carbono deberá ser eliminado del organismo, es transportado por la circulación sanguínea y luego eliminado por los pulmones y así este proceso se repite constantemente en los organismos. El consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono varían en función del índice metabólico, que, a su vez, depende del nivel de actividad del animal. La consecuencia de esta relación es que las especies más pequeñas consumen más oxígeno por kilogramo de masa corporal que las de mayor tamaño. Esta diferencia se debe en gran medida a la necesidad metabólica de mantener una temperatura corporal constante.



El proceso de la respiración se divide en las siguientes etapas:

- I. Ventilación pulmonar. La ventilación es el movimiento de entrada y salida de gas al pulmón. El animal cubre la demanda metabólica de oxígeno inspirando un cierto volumen de aire cada minuto. El aire fluye hasta los alvéolos atravesando las fosas nasales, cavidad nasal, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos. Estas estructuras forman las vías respiratorias.

Dado que el intercambio de gases no se produce en ellas, también se denominan espacio muerto anatómico. También puede existir espacio muerto en los propios alvéolos, conocido como espacio muerto alveolar, y en el que una irrigación alveolar deficiente impide un intercambio gaseoso adecuado. La suma del espacio muerto anatómico y alveolar se denomina espacio muerto fisiológico. La ventilación alveolar se regula mediante mecanismos de control que ajustan la captación de O_2 y la eliminación de CO_2 a las necesidades metabólicas. Por tanto, cuando un animal realiza ejercicio, su ventilación alveolar aumenta para captar más O_2 y eliminar más CO_2 .

La ventilación requiere energía muscular. La inspiración se produce cuando los músculos respiratorios se contraen para expandir el tórax, arrastrando al pulmón y creando una presión alveolar subatmosférica que hace que el aire entre en las vías respiratorias. Durante la espiración, la energía elástica almacenada en los pulmones y tórax expandidos hace que disminuya su volumen, lo que provoca un aumento de la presión alveolar que impulsa el aire fuera del aparato respiratorio. Por tanto, en la mayoría de los animales en reposo, la espiración no exige un esfuerzo muscular. La excepción son los caballos ya que presentan una fase activa durante la espiración, incluso en reposo.

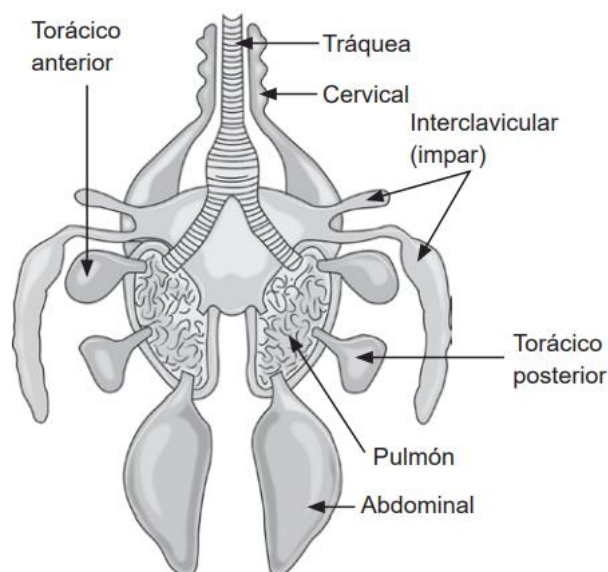
El diafragma, el más importante de los músculos inspiratorios, es un músculo laminar, en forma de cúpula musculotendinosa que separa el abdomen del tórax, innervado por el nervio frénico. Los músculos intercostales externos también están activos durante la inspiración. Sus fibras musculares se dirigen caudoventralmente desde el borde caudal de una costilla al extremo craneal de la siguiente, por lo que su contracción desplaza las costillas cranealmente y hacia el exterior. La presión

subatmosférica generada en el tracto respiratorio durante la inspiración tiende a colapsar las fosas nasales, la faringe y la laringe. La contracción de los músculos abductores unidos a esas estructuras es esencial para impedir el colapso, y se puede observar durante la inhalación por la dilatación de los ollares. Los principales músculos espiratorios son los abdominales y los intercostales internos.

2. Intercambio gaseoso. El intercambio gaseoso óptimo requiere poner en contacto el aire y la sangre en el alvéolo, es decir, el ajuste adecuado entre ventilación y aporte sanguíneo. Es obvio que dicho intercambio no se puede producir si un alvéolo recibe aporte sanguíneo pero no tiene la ventilación adecuada, y viceversa. La distribución de la ventilación es siempre desigual, diferencias que se ven aumentadas en estados patológicos.
3. Transporte de gases. El oxígeno y el dióxido de carbono se transporta a través de la sangre.
4. Respiración celular. Esto ocurre entre la sangre y los tejidos.

En mamíferos, los pulmones muestran gran desarrollo de su superficie interna. Una serie de tubos ramificados transporta el aire a los alveolos, que son los lugares donde se produce el intercambio gaseoso con la sangre.

El sistema respiratorio de las aves es bastante diferente al de los mamíferos, debido a que poseen sacos aéreos y pueden volar. El vuelo exige al animal un mayor aprovechamiento del oxígeno respirado. Los sacos aéreos son órganos únicos de las aves, que se ubican en



la caja torácica. Se llenan y vacían de aire con cada inspiración y espiración. En ellos, no hay intercambio gaseoso.

Sus funciones son aumentar la ligereza del ave, ayudar en la respiración y evitar un aumento excesivo de la temperatura ocasionado por el vuelo. El número varía según el tipo de ave: de 7 a 14 sacos aéreos. El promedio es 9: uno interclavicular, dos cervicales, dos en la zona anterior del tórax, dos en la posterior y dos abdominales.

3.14 Tipos de Respiración

Los animales han desarrollado diferentes tipos de respiración adaptadas a sus ambientes y necesidades metabólicas. Aquí te presento los principales tipos de respiración en animales:

1. Respiración Cutánea

- **Características:** La respiración cutánea ocurre a través de la piel. Los animales que utilizan este tipo de respiración tienen una piel fina, húmeda y altamente vascularizada, lo que permite el intercambio de gases directamente con el medio ambiente.
- **Ejemplo:** Anfibios como las ranas y salamandras, y algunos anélidos como las lombrices de tierra.

2. Respiración Branquial

- **Características:** La respiración branquial se lleva a cabo a través de branquias, que son estructuras especializadas en el intercambio de gases en el agua. Las branquias están formadas por láminas o filamentos muy delgados y vascularizados que permiten el paso del oxígeno disuelto en el agua hacia la sangre, y la liberación de dióxido de carbono hacia el agua.
- **Ejemplo:** Peces, crustáceos, y larvas de algunos insectos acuáticos.

3. Respiración Traqueal

- **Características:** Este tipo de respiración se realiza a través de un sistema de tubos llamados tráqueas, que se ramifican por todo el cuerpo del animal y se abren

al exterior a través de orificios llamados espiráculos. No depende del sistema circulatorio para el transporte de oxígeno.

- **Ejemplo:** Insectos, arácnidos, y algunos miriápodos.

4. Respiración Pulmonar

- **Características:** La respiración pulmonar se realiza a través de pulmones, que son órganos internos especializados en el intercambio de gases. Los pulmones tienen una superficie interna amplia y vascularizada que permite la absorción de oxígeno del aire y la expulsión de dióxido de carbono.
- **Ejemplo:** Mamíferos, aves, reptiles, y algunos anfibios.

5. Respiración Ramificada o Filotráqueas

- **Características:** Se realiza a través de estructuras en forma de hojas llamadas filotráqueas, que permiten el intercambio de gases entre el aire y la hemolinfa, el equivalente a la sangre en estos animales.
- **Ejemplo:** Arácnidos como las arañas y escorpiones.

6. Respiración por Difusión

- **Características:** En animales muy pequeños y sencillos, el intercambio de gases se realiza directamente a través de la membrana celular por difusión, sin la necesidad de órganos especializados.
- **Ejemplo:** Protistas, poríferos (esponjas), y cnidarios (como las medusas).

7. Respiración por Pulmones de Libro

- **Características:** Se realiza a través de estructuras en capas llamadas pulmones de libro, que están compuestas por una serie de hojas finas y paralelas en las que se realiza el intercambio de gases.
- **Ejemplo:** Algunos arácnidos como las arañas y escorpiones.

3.15 Respiración Alveolar

La respiración alveolar es el proceso mediante el cual el oxígeno pasa desde el aire inhalado hacia la sangre, y el dióxido de carbono pasa desde la sangre hacia los alvéolos para ser exhalado. Este intercambio de gases ocurre en los alvéolos, que son pequeñas bolsas de aire situadas al final de los bronquiolos en los pulmones.

Proceso de Respiración Alveolar

- Inhalación:

Durante la inhalación, el aire entra en los pulmones a través de las vías respiratorias (tráquea, bronquios, y bronquiolos) y finalmente llega a los alvéolos.

Los alvéolos están rodeados por una red de capilares que transportan la sangre desoxigenada desde el corazón.

- Intercambio de Gases:

El oxígeno del aire en los alvéolos difunde a través de las paredes alveolares hacia los capilares circundantes. Este oxígeno se une a la hemoglobina en los glóbulos rojos, formando oxihemoglobina, y es transportado hacia los tejidos del cuerpo.

El dióxido de carbono, un producto de desecho del metabolismo celular, difunde desde la sangre en los capilares hacia los alvéolos, donde será eliminado del cuerpo durante la exhalación.

- Exhalación:

Durante la exhalación, el dióxido de carbono es expulsado del cuerpo a través de las vías respiratorias. Este proceso se facilita por la elasticidad de los pulmones y la acción de los músculos respiratorios.

Importancia de la Respiración Alveolar

- La respiración alveolar es crucial para proporcionar oxígeno a la sangre, que es necesario para la supervivencia celular y para la producción de energía en las células.
- También es vital para la eliminación del dióxido de carbono, que, si se acumula, puede alterar el equilibrio ácido-base del cuerpo y llevar a condiciones como la acidosis respiratoria.

- El intercambio de gases en los alvéolos ayuda a mantener el equilibrio del pH sanguíneo, esencial para el funcionamiento óptimo de las enzimas y otros procesos celulares.

UNIDAD IV Aparato Urogenital y Aparato neuroendocrino

4.1 Anatomía comparada del sistema urinario

Las principales funciones del sistema urinario son la formación, almacenamiento, filtración y eliminación de la orina. El sistema urinario está formado por una serie de órganos, tubos, músculos y nervios que trabajan en conjunto para producir, almacenar y transportar orina, la cual es expulsada a través de las vías urinarias.

Definición de orina

Es un líquido acuoso transparente y amarillento, compuesto de agua y desechos de la sangre, de olor característico, secretado por los riñones y eliminado al exterior por el sistema urinario. La expulsión de la orina tiene dos funciones:

- Evacuación de metabolitos: son compuestos orgánicos producidos por el metabolismo celular.
- Regulación de la presión osmótica: es encargada de la regulación en la cantidad de agua en el organismo.

El aparato urinario comprende un par de riñones que forman la orina a partir de la sangre; los uréteres, que transportan la orina desde los riñones; la vejiga, en donde se almacena la orina hasta que puede ser evacuada convenientemente; y la uretra, a través de la cual la orina pasa al fin al exterior. Puesto que casi toda la uretra masculina lleva también las células y productos propios de la reproducción, es común describirla con los órganos reproductores.

El sistema urinario está formado por:

- Riñones: elaboran la orina

- Uréteres: conductores de la orina hacia la vejiga
- Vejiga: almacena la orina
- Uretra: conduce la orina hacia el exterior

Cada aleta muestra un número de expansiones locales o nichos que están divididos entre sí por proyecciones de tejido renal. Los nichos vecinos están también separados por los vasos interlobulares. La parte tubular restante de cada uréter tiene un calibre bastante regular.

El uréter penetra en la pared de la vejiga muy oblicuamente. La longitud del curso intramural lo protege de un reflujo de orina hacia el uréter cuando se incrementa la presión dentro de la vejiga. Esto no impide el llenado posterior de la vejiga, pues la resistencia es superada por las contracciones peristálticas de la pared ureteral. La pared de la pelvis renal y del uréter posee una adventicia, externa, una muscular, media, y una mucosa, interna. La cubierta muscular está bien desarrollada y, aunque su peristaltismo ayuda a movilizar la orina a la vejiga, se puede presentar un espasmo provocado por una irritación local como la que ocurre a causa de un cálculo urinario.

Vejiga urinaria

La vejiga es un órgano distensible de almacenamiento y, por tanto, no puede tener tamaño, posición o relaciones constantes. La vejiga urinaria es pequeña y globular cuando está totalmente contraída y entonces es notable por el gran engrosamiento de sus paredes y la extensión insignificante de su luz.

La vejiga contraída descansa sobre los huesos púbicos; está confinada a la cavidad pélvica en las especies más grandes, pero se extiende hasta el estómago en los carnívoros. Cuando la vejiga se expande, adquiere la forma de una pera, con un vértice craneal (ápice), un cuerpo intermedio y un cuello caudal que se estrecha hacia el orificio uretral interno en la unión con la uretra. Aunque la distensión continua lleva una porción de la vejiga siempre en aumento hacia dentro del abdomen, el cuello permanece fijo dentro de la pelvis gracias a su continuidad con la uretra. El músculo de la vejiga se dispone en tres capas que intercambian fascículos. El músculo es quizá enteramente detrusor, es decir, útil para

comprimir y vaciar la vejiga, y es incapaz de formar un esfínter interno, aunque frecuentemente se describe como tal.

Fibras nerviosas autónomas inervan la vejiga a través de los nervios hipogástricos simpáticos y los pélvicos parasimpáticos; estos últimos inervan el músculo detrusor vesical. Las fibras sensitivas derivan del nervio pudendo. La irrigación sanguínea principal procede de la arteria vaginal (o prostática), pero, como ya se ha mencionado, es complementada por las escasas arterias umbilicales.

Uretra femenina

La uretra femenina corre caudalmente sobre el piso de la pelvis, ventral al tracto reproductor. Atraviesa en forma oblicua la pared vaginal para abrirse ventralmente en la unión de la vagina y el vestíbulo. Su longitud y anchura varían en grado considerable entre las especies; es notablemente corta y ancha en las yeguas. En algunos animales, como la vaca y la cerda, se abre junto con un divertículo suburetral; en otros, como la perra, sobre una elevación. Ambas disposiciones crean dificultades cuando se intenta el cateterismo de la vejiga. Cuando está presente un divertículo, está encerrado dentro del músculo uretral, que rodea la uretra en la mayor parte de su longitud. Los fascículos craneales de este músculo circundan la uretra, mientras que los caudales la sostienen dentro de asas en forma de U que se originan y terminan en la pared vaginal. La contracción de esta parte del músculo cierra la uretra presionando los dos órganos entre sí, y también estrecha la vagina. El músculo uretral recibe una inervación somática a través del nervio pudendo, pero también se ha descrito inervación simpática y parasimpática. La submucosa uretral contiene muchas venas que constituyen una forma de tejido eréctil que puede contribuir a la continencia ayudando a la aposición de la mucosa. Dejando de lado estas características, la estructura de la uretra es semejante a la de la vejiga.

Desarrollo Del Aparato Urinario

El mesodermo intermedio refleja de una manera velada y no muy clara la segmentación que es tan evidente en los somitas adyacentes. Pronto forma, en su dominio caudal, un engrosamiento longitudinal (nefrógeno), sólido y continuo, del que surgen en una secuencia

craneocaudal y temporal tres intentos de formación de un órgano excretor. El primer intento constituye el pronefros, que se forma en la región presuntiva del cuello; esta estructura tiene existencia transitoria y no es funcional en los mamíferos. El segundo intento, el mesonefros, se forma en las regiones torácica y lumbar y es más exitoso; es funcional durante una gran parte de la vida embrionaria. El tercer intento, el metanefros, se forma en la región lumbar y es el que se convierte en el riñón adulto.

Esas tres estructuras poseen como característica histológica esencial una serie de túbulos excretores. En el pronefros, un extremo de cada túbulo gira caudalmente para encontrarse con su vecino y de esta manera se forma un conducto pronéfrico continuo, que en su extremo caudal crece hacia delante y se abre dentro de la cloaca. El conducto sobrevive a la regresión de los túbulos pronéfricos y es adoptado como vía de drenaje de los túbulos mesonéfricos que empiezan a aparecer. Puesto que los túbulos pronéfricos no son funcionales, no es necesario señalar sus peculiaridades de constitución.

Los túbulos mesonéfricos son mucho más numerosos. Cada uno se asemeja en su estructura y su función a una versión bastante simple de la nefrona del riñón adulto. El extremo ciego se encuentra invaginado por un penacho capilar para formar un mecanismo de filtración, mientras que la conexión del otro extremo con el conducto pronéfrico, ahora llamado más apropiadamente conducto mesonéfrico, proporciona una salida a la orina que se forma. El mesonefros puede ser un órgano muy prominente en su apogeo, cuando se proyecta desde el techo del abdomen.

Su tamaño varía entre las distintas especies y guarda proporción inversa con la permeabilidad (y por ello la eficiencia excretoria) de la placenta. El mesonefros es sustituido por el metanefros cuando empieza a involucionar, un proceso que ocurre en sentido craneocaudal. Sin embargo, sobreviven algunas partes a las que el aparato reproductor del macho dará un nuevo uso. El metanefros tiene dos primordios. Uno lo proporciona una evaginación, la yema uretérica, que se origina en el extremo inferior del conducto mesonéfrico cerca de su abertura en la cloaca. Esta yema crece cranealmente dentro del blastema metanéfrico constituido por la parte caudal del cordón nefrógeno. El extremo de la yema sufre más o menos una docena de divisiones dicotómicas. Las ramas de los últimos

órdenes se convierten en los túbulos colectores del riñón, mientras que las de los pocos primeros órdenes se reabsorben después dentro de la expansión terminal del conducto de una manera variable que explica las formas específicas de la pelvis y los cálices renales.

La parte externa de la masa metanéfrica forma la cápsula y el intersticio del riñón, mientras que la condensación celular en la parte interna crea los cordones celulares que se transforman en nefronas. Un extremo de cada cordón celular hace contacto con un conducto conector y, una vez que ocurre la canalización, se establece una vía continua. El otro extremo de la nefrona es invaginado por un ovillo vascular derivado de una rama local de la aorta; este ovillo da origen al glomérulo renal.

Las vías urinarias inferiores se forman por la división horizontal de la región cloacal del intestino posterior. La división se efectúa por el crecimiento caudal de una cuña de mesoderma presente dentro del ángulo entre el intestino posterior y la yema alantoica. Esta cuña, el septo (tabique) uorrectal, alcanza finalmente la membrana cloacal, que se divide entonces en sus partes dorsal (anal) y ventral (urogenital). El sitio de fusión se corresponde con el cuerpo perineal. Cuando la membrana anal se rompe, la vía dorsal se convierte en un canal rectoanal continuo.

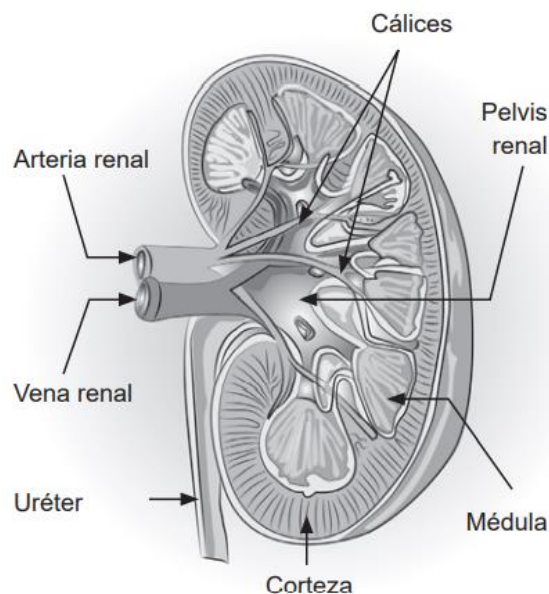
Una ruptura similar de la membrana urogenital proporciona la vía ventral con una abertura separada hacia la superficie del cuerpo. Esta vía urogenital se diferencia en una parte craneal, la vejiga y la alantoides futuras, y una parte caudal, de la que se formará la uretra. La vejiga aparece entonces como un ensanchamiento que se continúa cranealmente con el conducto alantoideo y caudalmente con una uretra no dilatada. El conducto alantoideo o uraco puede seguirse a través de la abertura umbilical hasta una expansión extraembrionaria (la alantoides) en la cual se acumula la orina y que se expulsa al nacimiento.

La parte del conducto en el interior del feto se atrofia entonces, y al final queda representada sólo por la cicatriz o señal sobre el vértice de la vejiga. La parte caudal del primordio se transforma en la uretra: la uretra completa en la hembra, pero sólo la corta uretra pélvica en el macho (en el que la uretra peniana se desarrolla con el sistema genital). Las posiciones definitivas de las aberturas de los conductos mesonéfrico y metanéfrico son

resultado de la incorporación de sus extremos inferiores dentro del conducto más grande. El reordenamiento lleva a la abertura del conducto metanéfrico (uréter) dentro de la vejiga, mientras que la del conducto mesonéfrico (conducto deferente) se sitúa más caudalmente dentro del seno urogenital. En este proceso, el mesodermo del conducto mesonéfrico proporciona el epitelio del trigono dorsal de la vejiga, mientras que el epitelio de la porción restante es proporcionado por el endodermo del intestino posterior. Las capas externas de la pared de la vejiga se diferencian a partir de mesodermo local.

4.2 Estructura y fisiología Renal

Los riñones tienen como función primaria el mantenimiento del medio interno. Lo hacen filtrando, extrayendo inicialmente un enorme volumen de líquido antes de someter este ultrafiltrado a un procesamiento posterior en el que las sustancias útiles se reabsorben de manera selectiva, las sustancias de desecho se concentran para su eliminación y el volumen se ajusta mediante la conservación del agua suficiente para mantener la composición del plasma dentro de los parámetros apropiados.



Algunas cifras pueden dar una idea de las dimensiones de esta función. En los perros grandes (y otros animales de tamaño similar), los riñones perfunden en forma diaria de 1 000 a 2

000 L de sangre; los 200 a 300 L de líquido que son filtrados de ese volumen son más tarde reducidos mediante la reabsorción hasta que sólo queden 1 o 2 L de orina que se eliminará.

Los riñones son glándulas firmes, de color marrónrojizo, cuyo aspecto varía considerablemente entre los mamíferos. La forma más familiar, y que ha introducido el término “en forma de riñón” en el vocabulario de uso común, se encuentra en el perro, el gato y los pequeños rumiantes. Los riñones del cerdo son una versión mucho más aplanada, mientras que los del caballo son más parecidos a un corazón. Por el contrario, los riñones de los bóvidos son muy distintos y tienen una superficie profundamente surcada que perfila muchos lóbulos. Algunas especies marinas muestran una subdivisión incluso mayor, que se asemeja a racimos de uvas con los lóbulos sólo ligeramente fusionados y mantenidos juntos principalmente por el “tallo” ramificado.

Los riñones suelen estar situados contra el techo abdominal, uno a cada lado de la columna vertebral y predominantemente en la parte ventral de la región lumbar, aunque a menudo se desplazan hacia craneal por debajo de las últimas costillas. Sus posiciones cambian con los movimientos del diafragma, y con cada respiración se mueven hasta quizá una distancia equivalente a la mitad de la longitud de una vértebra. Rara vez son simétricos; en los animales domésticos, excepto en los cerdos, el riñón derecho es más craneal que el izquierdo en cerca de la mitad de la longitud de un riñón, si se compara con su homólogo. Cada riñón se sitúa dentro de un repliegue de la fascia sublumbar, el cual también contiene una cantidad considerable de grasa, a veces suficiente para cubrir por completo el riñón.

Cada riñón está irrigado por una arteria renal, derivada de la aorta abdominal, que puede transportar la sorprendente cantidad de bastante más de una décima del gasto total del ventrículo izquierdo. La arteria renal se divide en varias arterias interlobulares (peripiramidales o lobulares) que siguen las divisiones, anteriores o existentes, entre las pirámides renales en la unión corticomedular.

Pelvis renal y uréter

En bovinos, el uréter se forma por la unión de las cortas vías que transcurren desde los cálices que rodean a las papilas renales individuales. En la mayoría de las especies

domésticas, el uréter se origina en una expansión común, la pelvis renal, en la que todos los conductos papilares se abren, aunque de diferentes maneras en distintas especies. Pocas diferencias en la anatomía pélvica son de importancia práctica. Sin embargo, en el perro y el gato la forma de la pelvis renal adquiere una importancia de la que carece en las demás especies debido a su fácil representación en las radiografías. La pelvis renal de estos animales está moldeada sobre la cresta renal y extiende unas aletas dorsal y ventral a ella.

El riñón interviene de diversas maneras en el mantenimiento de la homeostasis. En los mamíferos, los dos riñones reciben en condiciones normales alrededor del 25% del gasto cardíaco. Filtran la sangre para eliminar los desechos metabólicos mientras que recuperan sustancias filtradas que son necesarias para el organismo, como agua, glucosa, electrolitos y proteínas de bajo peso molecular. Son capaces de responder a desequilibrios hídricos, electrolíticos y ácido-base alterando específicamente las velocidades de reabsorción o secreción de esas sustancias. Los riñones también producen hormonas que regulan la presión arterial sistémica y la producción de glóbulos rojos.

Esta miríada de funciones es desempeñada por una extensa variedad de tipos celulares, cada uno capaz de responder de manera específica a señales directas e indirectas, que se agrupan de forma particular para formar la unidad funcional del riñón, la nefrona. La nefrona está formada por el glomérulo, donde se filtra la sangre, y varios segmentos del túbulo renal, donde se produce la reabsorción de sustancias filtradas, de nuevo a la sangre y la secreción de componentes plasmáticos hacia el líquido tubular. En la corteza renal, las nefronas conectan con el sistema de conductos colectores, que recorre el riñón hasta desembocar en la pelvis renal.

El glomérulo filtra la sangre El primer paso en la función renal es la filtración de la sangre por el glomérulo. Éste es una red compacta de capilares que retiene los componentes celulares y las proteínas plasmáticas de peso medio y alto formando un líquido casi idéntico al plasma en lo que a composición de agua y electrolitos se refiere. Este líquido es el filtrado glomerular, y el proceso de su formación se denomina filtración glomerular.

El índice de filtración glomerular (IFG) es un parámetro clínicamente útil de la función renal. Se expresa en mililitros de filtrado glomerular producidos por minuto y por kilogramo de peso corporal. Para entender mejor la magnitud de la VFG puede ayudar un ejemplo con valores numéricos concretos. Un perro de raza Beagle, con un peso de 10 kg y un IFG típica de 3,7 ml/min/kg, producirá alrededor de 37 ml de filtrado glomerular por minuto, o 53,3 l por día, lo que equivale a 27 veces el volumen de líquido extracelular de este perro.

La estructura del glomérulo permite una filtración eficaz y selectiva El ovillo glomerular está compuesto por una red de capilares. En los mamíferos, la sangre de la arteria renal va a la arteriola aferente, que se divide en numerosos capilares glomerulares. Dichos capilares se anastomosan para formar la arteriola eferente, que conduce la sangre filtrada fuera del glomérulo. Los riñones de las aves poseen nefronas tanto de tipo mamífero como reptiliano; estas últimas poseen pocas ramificaciones en los capilares glomerulares. El ovillo glomerular se localiza junto a la cápsula de Bowman, que está revestida por una sola capa de células, el epitelio parietal. El área entre el ovillo glomerular y la cápsula de Bowman es el espacio de Bowman; es aquí donde se forma el filtrado glomerular, y a partir de aquí entra en la luz del primer segmento del túbulo proximal.

La pared capilar glomerular constituye una barrera para las fuerzas que favorecen o impiden la filtración de la sangre. Las fuerzas que favorecen la filtración esto es, el paso de agua y solutos a través de la pared capilar glomerular– son la presión hidrostática de la sangre dentro del capilar y la presión oncótica del líquido en el espacio de Bowman (el ultrafiltrado). Esta última suele ser insignificante, ya que las proteínas de alto y medio peso molecular no se filtran. Por tanto, la fuerza conductora principal de la filtración es la presión hidrostática del capilar glomerular. Las fuerzas que se oponen a la filtración son la presión oncótica plasmática dentro del capilar glomerular y la presión hidrostática en el espacio de Bowman.

La barrera de filtración posee permeabilidad selectiva Las características estructurales y químicas de la pared capilar glomerular no solo determinan la permeabilidad al agua de la barrera de filtración sino también su permeabilidad selectiva. Esta es responsable de que los diferentes componentes sanguíneos sean filtrados en diferentes proporciones. Por lo general, las células y las proteínas plasmáticas del tamaño de la albúmina o mayores

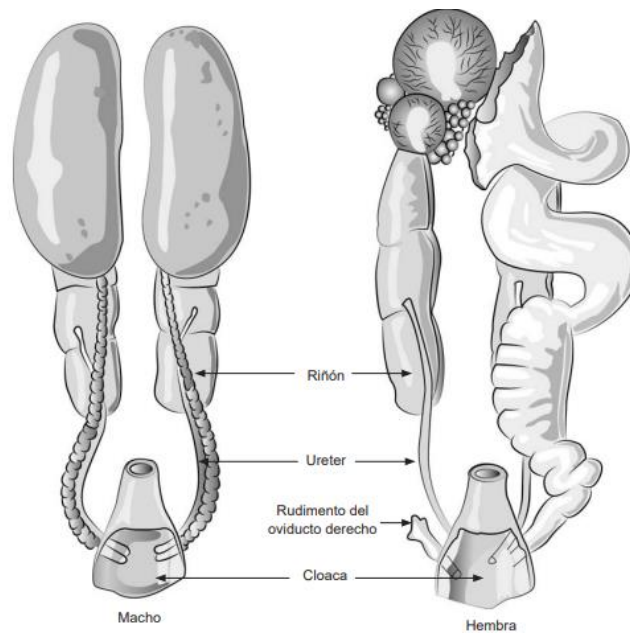
permanecen en el torrente sanguíneo, mientras que el agua y los solutos se filtran libremente.

El sistema renina-angiotensina-aldosterona es un importante regulador del IFG y del flujo sanguíneo renal. La renina es una hormona producida principalmente por células localizadas en la pared de la arteriola aferente, las células granulares extraglomerulares llamadas células mesangiales, que son células yuxtaglomerulares especializadas. La liberación de renina se estimula por la disminución de la presión de perfusión renal, por lo general a causa de hipotensión sistémica. Esta hormona cataliza la transformación del angiotensinógeno, producido por el hígado, en angiotensina I. La angiotensina I a su vez se convierte a una forma más activa, la angiotensina II, por la acción de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), la cual se localiza fundamentalmente en el endotelio vascular del pulmón. Esta enzima también está presente en otros órganos, entre ellos el riñón, donde la mayor parte está en el endotelio capilar intersticial y el túbulo proximal.

La conversión local de angiotensina I en angiotensina II en el riñón es capaz de regular el flujo sanguíneo y los procesos de transporte renales independientemente de sus efectos sistémicos. La angiotensina II es un potente vasoconstrictor y así directamente aumenta la presión sistémica y la presión de perfusión renal. Asimismo, activa la reabsorción de sodio en varios segmentos tubulares renales, entre ellos el túbulo proximal, el túbulo contorneado distal y el túbulo colector y estimula la liberación de aldosterona por las glándulas adrenales y de vasopresina por la hipófisis, así como otras hormonas que ayudan a la reabsorción de sodio y agua por los riñones. Por tanto, la angiotensina II aumenta la retención de sal y de agua, el volumen intravascular y la resistencia vascular, todo lo cual contribuye a incrementar la presión arterial sistémica y la presión de perfusión renal. La liberación de renina queda inhibida tanto por la reducción en la perfusión renal como por niveles plasmáticos elevados de angiotensina II, creando un sistema de retroalimentación negativo que mantiene la perfusión renal y el IFG dentro de los límites fisiológicos.

4.3 Diferencia anatómica renal entre mamíferos y aves

Las aves poseen un par del riñón y uréter; no poseen vejiga ni uretra. Por lo tanto, la orina que se filtra por el riñón pasa a la cloaca a través del uréter y se elimina como un producto semisólido.



- **Mamíferos:**

- **Riñones:** Los mamíferos poseen riñones con una estructura típica en forma de frijol, divididos en dos regiones principales: la corteza renal (externa) y la médula renal (interna). En muchos mamíferos, la médula renal está organizada en pirámides renales que desembocan en los cálices renales, que luego se conectan a la pelvis renal, de donde sale el uréter.
- **Nefronas:** Los riñones de los mamíferos contienen nefronas de tipo corticales y yuxtamedulares. Las nefronas yuxtamedulares tienen asas de Henle largas que permiten la concentración de la orina.

- **Aves:**

- **Riñones:** Las aves tienen riñones que son generalmente alargados y divididos en tres lóbulos principales: craneal, medio y caudal. La estructura es más lobulada que la de los mamíferos, y los riñones están situados más dorsalmente, encajados en depresiones del hueso pélvico.
- **Nefronas:** Las aves tienen dos tipos de nefronas: nefronas corticales sin asas de Henle (nefronas de tipo reptiliano) y nefronas medulares con asas de Henle (nefronas de tipo mamífero). Las nefronas medulares permiten

concentrar la orina, pero en general, las aves tienen una capacidad limitada para concentrar la orina en comparación con los mamíferos.

2. Función y Producción de Orina

- **Mamíferos:**

- Los mamíferos excretan principalmente urea, un producto nitrogenado soluble en agua, lo que requiere una cantidad considerable de agua para su excreción. Esto se facilita por la capacidad de sus riñones para concentrar la orina a través de las nefronas con largas asas de Henle.

- **Aves:**

- Las aves excretan ácido úrico, un compuesto menos soluble en agua que urea, lo que les permite conservar agua, una adaptación especialmente útil para especies que viven en ambientes áridos. El ácido úrico se excreta en forma de una pasta blanca, que reduce la necesidad de agua para la excreción.

4.4 Anatomía Comparada del Sistema Genital

El sistema genital en los animales presenta variaciones significativas entre diferentes especies, reflejando adaptaciones evolutivas específicas que aseguran el éxito reproductivo en distintos entornos. A continuación, se describen las principales diferencias y similitudes en la anatomía del sistema genital entre mamíferos, aves, reptiles, y anfibios.

I. Sistema Genital Masculino

- Mamíferos

Testículos: Generalmente, los mamíferos tienen dos testículos que producen espermatozoides y hormonas sexuales, como la testosterona. Los testículos suelen descender en una estructura externa llamada escroto, lo que ayuda a mantener una temperatura óptima para la espermatogénesis.

Conductos Deferentes: Transportan los espermatozoides desde los testículos hasta la uretra durante la eyaculación.

Pene: En la mayoría de los mamíferos, el pene es el órgano copulador que introduce los espermatozoides en el tracto reproductivo de la hembra. El pene de los mamíferos puede ser fibroelástico o musculocavernoso, dependiendo de la especie.

- Aves

Testículos: Las aves tienen testículos internos que se agrandan durante la temporada reproductiva. Estos testículos no descienden en un escroto.

Conductos Deferentes: Transportan los espermatozoides a la cloaca.

Pene: La mayoría de las aves no tienen un pene como los mamíferos. En su lugar, la fertilización suele ocurrir a través de un "beso cloacal", donde las cloacas del macho y la hembra se tocan para transferir los espermatozoides. Algunas aves, como los patos y avestruces, sí tienen un pene pero con características distintas a las de los mamíferos.

- Reptiles

Testículos: Los reptiles también tienen testículos internos.

Hemipenes: La mayoría de los reptiles machos tienen dos órganos copuladores llamados hemipenes, que son estructuras pareadas. Solo uno se usa durante la cópula.

Conductos Deferentes: Estos conducen los espermatozoides desde los testículos hacia los hemipenes.

- Anfibios

Testículos: En los anfibios, los testículos son internos y generalmente no se encuentran en un escroto.

Conductos: Los espermatozoides se transportan a través de conductos similares a los de otros vertebrados, aunque algunos anfibios tienen estructuras únicas, como los conductos mesonéfricos.

Órganos Copuladores: Muchos anfibios no tienen órganos copuladores externos; en su lugar, la fertilización puede ser externa (como en ranas y sapos), donde los espermatozoides se liberan en el agua cerca de los óvulos.

2. Sistema Genital Femenino

- Mamíferos

Ovarios: Las hembras mamíferas tienen dos ovarios que producen óvulos y hormonas sexuales como los estrógenos y la progesterona.

Oviductos: También conocidos como trompas de Falopio, son los conductos que transportan los óvulos desde los ovarios hasta el útero, donde puede ocurrir la fertilización.

Útero: El útero es donde se desarrolla el embrión hasta el nacimiento. La estructura del útero varía entre las especies, pudiendo ser bicorne (con dos cuernos) en algunos mamíferos, como los perros y los gatos.

- Aves

Ovarios: La mayoría de las aves solo tienen un ovario funcional, generalmente el izquierdo. Este produce óvulos que son liberados en el oviducto.

Oviducto: Las aves tienen un oviducto largo y complejo que secreta capas de albumen (clara), membranas, y la cáscara del huevo mientras el óvulo se desplaza hacia la cloaca.

Cloaca: Es la cámara donde convergen los sistemas digestivo, urinario y reproductivo, y es donde se deposita el huevo antes de ser puesto.

- Reptiles

Ovarios: Los reptiles tienen dos ovarios que producen óvulos. Algunos reptiles, como ciertas serpientes, también pueden almacenar esperma durante largos períodos.

Oviductos: Transportan los óvulos hacia la cloaca. En muchos reptiles, los oviductos también secretan las capas que forman la cáscara del huevo.

Cloaca: Similar a las aves, los reptiles tienen una cloaca donde se juntan los sistemas digestivo, urinario y reproductivo.

- Anfibios

Ovarios: Los anfibios tienen ovarios internos que liberan óvulos hacia el medio externo o hacia estructuras internas, dependiendo de la especie.

Oviductos: Los óvulos se transportan a través de oviductos hacia la cloaca o directamente al exterior, donde puede ocurrir la fertilización externa.

Cloaca: Como en otros grupos, los sistemas reproductivo, urinario y digestivo desembocan en la cloaca.






4.5 El Aparato Reproductor Femenino

Es de estructura tubular, con algunas modificaciones anatómicas. Fisiológicamente, tiene un propósito durante el ciclo estral, la gestación y el parto. El aparato reproductor está constituido por órganos internos y externos. Los órganos internos son los ovarios (glándula sexual femenina) y una serie de conductos (oviducto, útero, cérvix y vagina). Los órganos externos son vestíbulo y la vulva.

Ovarios Es el órgano genital femenino más importante, produce células germinales (óvulos), hormonas sexuales (estrógeno y progesterona). Su ubicación es simétrica detrás del riñón y con una forma típica según las especies.

Presenta una estructura fuertemente unida al resto del aparato, mediante el llamado mesovario, que es un ligamento derivado del ligamento ancho del útero, a través del cual llega al ovario una abundante irrigación sanguínea. En los ovarios es posible evidenciar dos tipos de estructuras: i) Los folículos: son estructuras llenas de fluidos, que contienen los óvulos en desarrollo. El folículo maduro produce estrógeno. ii) Cuerpo lúteo: es una cavidad llena de fluidos, con pared más gruesa, por lo tanto tendrá una textura más tosca al tacto, se forma a partir del folículo liberador de óvulo y produce progesterona para mantener la preñez.

Tabla 6: Características externas de los ovarios por especie

Especie	Yegua	Vaca	Oveja	Cerda	Perra
Forma	 Arrionada alargada	 Oval	 Almendrada u oval	 Redonda	 Alargada, aplanada y oval
Peso (gr)	70 - 90	11 - 18	2 - 3	8 - 1.6	3 - 12
Tamaño (cm)	Largo	7.5	3.53	2.5	2.5
	Alto	2.5	2.5	0.5	1.25
	Ancho	3.75	1.25		
Posición	Ventral 4° - 5° V.L. El izquierdo es más caudal al derecho A 50 - 55 cm de la vulva	Pared lateral entrada de la pelvis A 40 - 45 cm de la vulva	17.5 cm vulva	17.5 cm vulva	Ventral V.L. 3° - 4°

Oviductos

Son estructuras tubulares pares que unen los ovarios y los cuernos uterinos. Están divididos en tres partes: i) Infundíbulo: es una estructura en forma de embudo, la cual a través de las fimbrias abraza el ovario y atrapa el óvulo después de la ovulación.

ii) Ámpula: es la porción media del oviducto y constituye el lugar donde se da la fecundación.

iii) Istmo: parte del oviducto por donde el embrión viaja después de la fecundación para llegar al cuerno uterino. También funciona como reservorio de semen (unión uterotubal). El ligamento que sostiene al oviducto dentro de la cavidad pelviana se llama mesosalpinx.

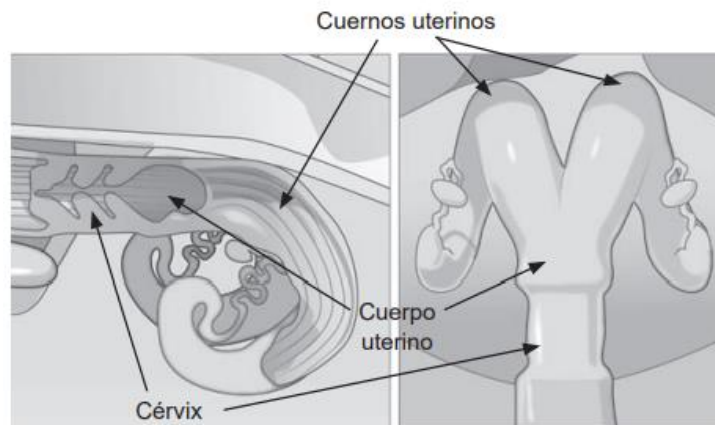
Útero

Está dividido en tres partes:

- Cuernos uterinos
- Cuerpo uterino
- Cuello uterino o cérvix

Cuernos uterinos

Estructuras del órgano reproductor femenino más desarrolladas en las especies domésticas, normalmente son convexas en la parte superior y cóncavas en la parte inferior. Se presentan enrollados y en el borde de la cavidad pelviana, colgantes hacia la cavidad abdominal. Están sujetos por una estructura ligamentosa llamada mesometrio.



Tienen una estructura característica de tejido conectivo y de tejido muscular muy desarrollado. Internamente, el cuerno tiene una estructura vascular importante pues debe alimentar una capa interna de mucosa con mucha actividad, que está formada por células de tipo glandular y ciliado las cuales favorecen la anidación del embrión y ascenso del espermatozoide.

Cuerpo uterino

Comienza con la unión de ambos cuernos y termina en el cérvix, dorsalmente al útero encontramos el recto y ventralmente la vejiga urinaria, presenta una sección elíptica y una estructura similar a los cuernos. Internamente, su mucosa favorece la anidación embrionaria, dando lugar a la secreción de una sustancia blanca y viscosa llamada leche uterina que servirá para alimentar al embrión en la primera fase, antes de la formación de la placenta.

Cuello uterino o cérvix.

Se presenta como una estructura alargada y estrecha que tiene dos funciones: por un lado permite la entrada de los espermatozoides para buscar al óvulo y por otro lado permitir la salida del feto en el parto. La abertura final del cuello está formada por tres pliegues o labios carnosos, uno transversal y dos oblicuos que dan lugar a una estructura característica llamada flor radiada.

Funciones del útero:

- Sirve como sitio de transporte para los espermatozoides hacia el sitio de fecundación.
- Regula la vida del cuerpo lúteo a través de la producción de prostaglandina.
- Tiene un tejido secretor que produce la “leche uterina” que sirve de nutriente para el embrión durante las primeras etapas de la gestación.
- En los rumiantes, se encuentran alrededor de 100 a 120 carúnculas en el útero, estas carúnculas sirven de punto de conexión para la placenta durante la preñez (Carúncula + Cotiledón = Placentoma).
- Proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal.
- Ayuda a la expulsión del feto y las membranas fetales

Vagina.

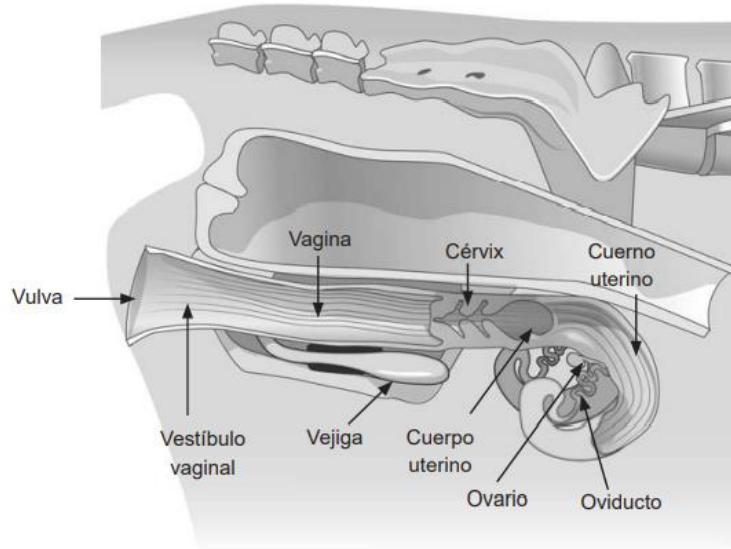
Normalmente está en el suelo de la cavidad pelviana, muy relacionada con el recto, la vejiga urinaria y el hueso de la pelvis; por lo que debe estar rodeada de una gran cantidad de tejido conectivo graso que evite el rozamiento con los huesos. Presenta una capa muscular muy importante que favorecerá la expulsión fetal en el parto. La salida de la vagina al exterior se produce a través de una estructura llamada vestíbulo y termina en la vulva, que es el órgano genital externo de la hembra.

Vestíbulo.

Estructura que se encuentra craneal a la vulva y es la unión de los órganos externos y los órganos internos, la vulva y el vestíbulo son las únicas estructuras compartidas por el sistema reproductor y el sistema urinario. En la parte ventral del vestíbulo se encuentra el orificio de salida de la vejiga urinaria o meato urinario.

Vulva.

Estructura formada por los labios y el clítoris. Es la apertura externa del aparato reproductor de la hembra, tiene tres funciones principales: dejar pasar la orina, permitir la cópula y sirve como parte del canal de parto. En la medida que el animal se acerque al celo al parto, la vulva se agranda y tomará una apariencia rojiza y húmeda.



Glándulas Mamarias

Son glándulas cutáneas modificadas, fisiológicamente funcionan acorde con los órganos del sistema reproductor. Se encuentran situadas en la parte ventral del tronco y según su localización pueden ser: pectorales, abdominales e inguinales.

En los caninos, porcinos y felinos, estas glándulas están situadas en dos filas, desde la región torácica hasta la inguinal, estas especies presentan glándulas mamarias pectorales, abdominales e inguinales. En los bovinos, equinos, ovinos y caprinos están situadas solo en la región inguinal. En los pequeños rumiantes (oveja y cabra) y en la yegua, aparece un complejo glandular par, simétricamente colocado a ambos lados del cuerpo; en la vaca se observa externamente la glándula dividida en dos partes, pero cada parte, a su vez, también está dividida en dos (pares) y en la cerda 6-7 pares de pezones. En la coneja aparecen entre 4 y 5 pares de glándulas mamarias.

Los tejidos básicos que forman la ubre son:

- Tejido secretor

- Tejido conectivo
- Tejido adiposo

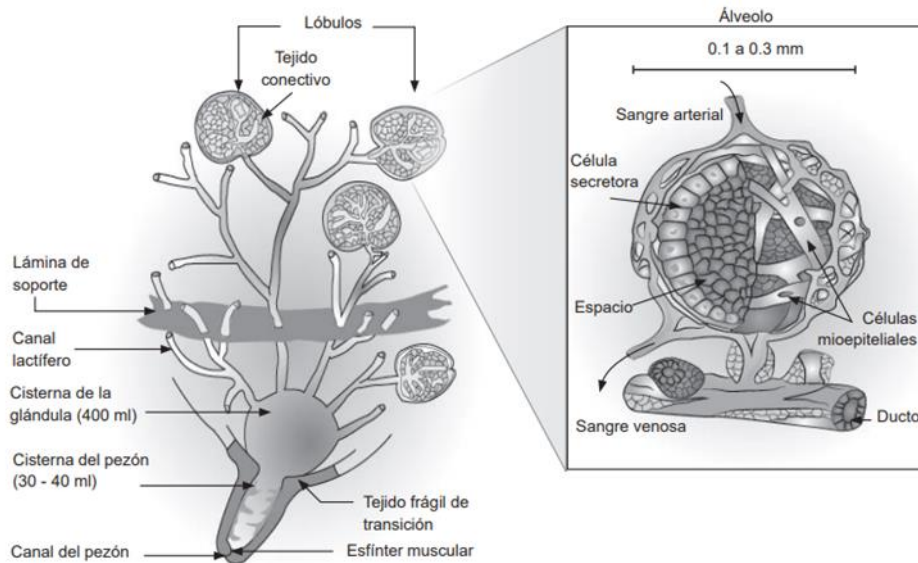
La ubre es conocida como una glándula exocrina, debido a que la leche es sintetizada en células especializadas agrupadas en alvéolos, y luego excretada fuera del cuerpo por medio de un sistema de conductos. El alvéolo es la unidad funcional de producción láctea. Los capilares sanguíneos y células mioepiteliales (células similares a las musculares) rodean el alvéolo, y la leche secretada se encuentra en la cavidad interna (lumen).

Las funciones del alvéolo son:

- Remover los nutrientes de la sangre.
- Transformar estos nutrientes en leche.
- Descargar la leche dentro del lumen.

Un grupo de 10 a 100 alvéolos forman un lóbulo y se encuentran organizados en unidades de mayor tamaño, que descargan la leche dentro de un conducto colector de mayor tamaño que conduce a la cisterna de la glándula, que descansa directamente encima del pezón. Entonces la ubre se encuentra compuesta de millones de alvéolos donde se secreta la leche. El pezón forma un pasadizo por medio del cual la leche puede ser extraída de la glándula. Posee una piel suave que lo recubre y un sistema muy rico de inervación e irrigación sanguínea.

La punta del pezón se cierra con un anillo de músculo liso o esfínter llamado canal del pezón. La glándula mamaria esta inervada por nervios inguinales y nervios del plexo mesentérico caudal del sistema simpático e irrigada por ramificaciones de la arteria pudenda externa. La producción de leche demanda de gran cantidad de nutrientes, traídos a la ubre por la sangre. Para producir 1 kg de leche, deben pasar por la ubre 400 a 500 kg de sangre.



4.6 Aparato Reproductor Del Macho

Anatomía y fisiología del aparato reproductor del macho Los machos de las distintas especies domésticas presentan aparatos reproductivos diferentes, adaptados a su morfología corporal, medio en que evolucionó y sus necesidades.

Dentro de esta diversidad, hay órganos que aunque poseen forma diferente, cumplen las mismas funciones en todas las especies. El aparato genital masculino consta de las siguientes partes:

- Testículos
- Conductos espermáticos
- Glándulas accesorias
- Órgano copulador

Testículos.

Son los principales órganos de la reproducción en los machos y se localizan en la región inguinal, son de forma oval. Los testículos del toro miden entre 10-16 cm de longitud, 4-9 cm de ancho y 5-8 cm de grosor; sin embargo, el tamaño depende de la edad, raza, especie y desarrollo corporal del animal. Son dos glándulas de secreción mixta, formadas por túbulos seminíferos donde ocurre la espermatogénesis (producción de espermatozoides), entre los que se encuentra células intersticiales que producen la hormona sexual masculina

(testosterona). La posición de los testículos en el escroto y la dirección de su eje longitudinal en relación con el cuerpo, varía con las especies.

Escroto.

Tejido que cubre y protege a los testículos en aquellas especies donde se encuentran expuestos. El escroto es una estructura termorreguladora que mantiene una temperatura 4 a 7 °C menor que la corporal, permitiendo una temperatura adecuada para la espermatogénesis. Cuando el animal es expuesto a bajas temperaturas el escroto se recoge, acercando los testículos al cuerpo y viceversa.

Conductos espermáticos

- Epidídimo: se localiza sobre el margen dorsal del testículo. Anatómicamente, consta de tres partes: cabeza, cuerpo y cola; ésta última parte se continúa con el conducto deferente. El epidídimo tiene como función transportar, concentrar, madurar y almacenar los espermatozoides para en el momento de la eyaculación pasar a los conductos deferentes y ser expulsados. Si no hay eyaculación los espermios son absorbidos por las células de la cola del epidídimo.
- Conducto deferente: es un tubo que emerge del extremo de la cola del epidídimo, pasa por la región pélvica donde se une a la uretra en su origen. Su función es transportar los espermatozoides desde el epidídimo a la uretra al momento de la eyaculación. Junto con los vasos y nervios que se dirigen al testículo constituyen el cordón espermático.
- Uretra: canal que conduce la orina fuera de la vejiga, también conduce los espermatozoides. Comienza en el orificio uretral interno y termina en el orificio uretral externo, situado en el vértice del pene. La porción preprostática sólo transporta orina; el resto llevará orina durante la micción o semen durante la eyaculación.

Glándulas accesorias

Se agrupan alrededor de la uretra pélvica. Estas glándulas secretan buena parte del líquido seminal, indispensable para transportar a los espermatozoides, medio de su nutrición y amortiguador contra el exceso de acidez del aparato genital femenino. En el bovino, ovino, porcino, equino y caprino las glándulas sexuales accesorias son:

- Ámpula
- Vesícula seminal
- Próstata
- Bulbouretrales

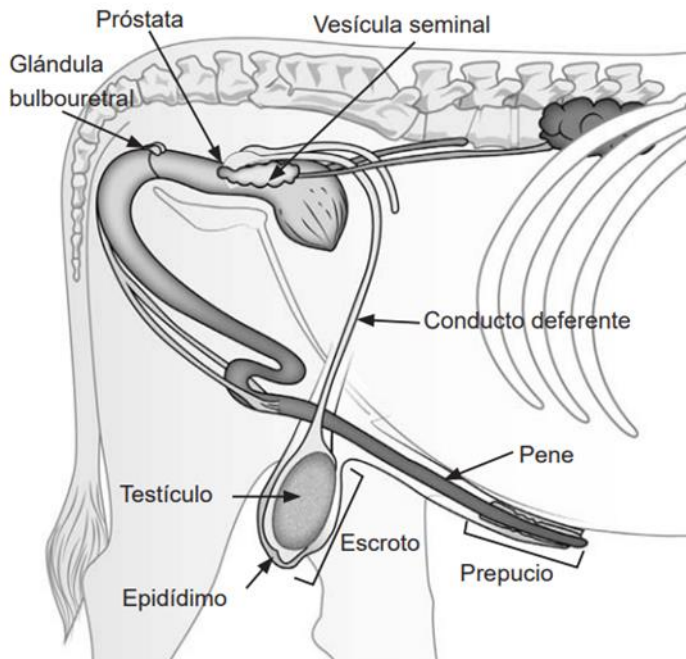
El gato carece de las vesículas seminales y el perro de las glándulas bulbouretrales y vesículas seminales.

Pene: es un órgano que tiene doble función: la expulsión de la orina y la del depósito de semen en el aparato genital de la hembra. En el pene de los mamíferos se encuentran tres cuerpos cavernosos, los cuales rodean a la uretra., y son:

- Cuerpo esponjoso del pene
- Cuerpo cavernoso del pene
- Cuerpo esponjoso del glande

Estos cuerpos cavernosos tienen la propiedad de llenarse de sangre y producir la erección, en el caso del pene de los carnívoros, equinos y del humano (pene vascular) se observan grandes espacios, mientras que en pene fibro-elástico (rumiante y porcino) los cuerpos cavernosos son menos desarrollados. En estas últimas especies (rumiantes y porcinos) se encuentra una flexura característica (Flexura sigmoidea o “S” peneana), la cual se destiende por la relajación de los músculos retractores del pene durante la erección y vuelve a su posición de descanso por la concentración de estos músculos. La parte anterior del pene (glande del pene) tiene diferente forma de acuerdo con la especie. En el equino se presenta un glande característico ya que tiene un cuerpo y la corona que diferencia la cabeza del glande, También presenta una prolongación uretral de 1cm aproximadamente. El bovino tiene un glande en forma de punta de lanza, el de ovino y caprino se asemeja al del bovino pero presenta una prolongación uretral de 4 a 5 cm; el cerdo no tiene una estructura que

se diferencia del cuerpo del pene; el glande en sí es una continuación que termina en forma del tirabuzón.



Músculo isquiouretral.

Se origina en la arcada isquiática, se coloca sobre la cara ventral de la uretra. Se entremezcla con las fibras del músculo uretral. Tensa la pared de la uretra y durante la erección del pene comprime las venas que conducen la sangre hacia la vena pudenda interna.

Músculo bulboesponjoso.

Se origina en un rafe mediano que se inicia en el centro tendinoso del perineo. Sus fibras transversales, forma una semiluna abierta en la parte dorsal. Interviene en la micción o en la eyaculación. También contribuye a la erección, enviando la sangre hacia la extremidad libre del pene y comprimiendo las venas que retornan del cuerpo esponjoso.

Prepucio.

Es una estructura desarrollada a partir de la piel. Su función es proteger el pene. En los rumiantes y porcinos se le considera constituido por dos porciones: porción peneana y porción prepeneana.

En el cerdo tiene un amplio divertículo dorsal en el cual se acumulan orina y desechos epiteliales.

4.7 Fisiología Reproductiva de la Hembra: Ovogénesis

La ovogénesis es el proceso mediante el cual se desarrollan los ovocitos (células sexuales femeninas) en los ovarios de las hembras. Este proceso es crucial para la reproducción, ya que da lugar a la formación de óvulos que pueden ser fertilizados por espermatozoides, iniciando así el desarrollo de un nuevo organismo.

Fases de la Ovogénesis

1. Fase de Multiplicación:

- Durante esta fase, las células germinales primordiales, también conocidas como ovogonias, proliferan por mitosis en el ovario fetal. Este proceso ocurre durante el desarrollo embrionario en la mayoría de los mamíferos. Las ovogonias se dividen activamente para aumentar el número de células disponibles para la futura producción de óvulos.
- Resultado: Aumenta el número de ovogonias, que luego entran en la fase de crecimiento.

2. Fase de Crecimiento:

- En esta fase, las ovogonias se diferencian en ovocitos primarios. Estos ovocitos comienzan la primera división meiótica, pero se detienen en la fase de diploteno de la profase I, permaneciendo en este estado durante años hasta que la hembra alcanza la madurez sexual.
- Durante este período, los ovocitos acumulan nutrientes y crecen en tamaño. La célula está rodeada por una capa de células foliculares que formarán el folículo primordial.

3. Fase de Maduración:

- Cuando la hembra alcanza la pubertad y comienza a ciclar, algunos ovocitos primarios reanudan la meiosis bajo la influencia de las hormonas (como la hormona luteinizante, LH).
- La primera división meiótica se completa justo antes de la ovulación, produciendo un ovocito secundario y un primer cuerpo polar (que es una célula pequeña que se degenera). El ovocito secundario inicia la segunda división meiótica, que se detiene en la metafase II y solo se completará si ocurre la fertilización.
- Ovulación: Durante cada ciclo ovárico, generalmente solo un ovocito secundario (en especies monoovuladoras como los humanos) es liberado del folículo ovárico y puede ser fertilizado por un espermatozoide.

Regulación Hormonal

La ovogénesis está estrechamente regulada por las hormonas del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal:

- Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH): Producida por el hipotálamo, estimula la liberación de FSH y LH por la hipófisis anterior.
- Hormona Folículo Estimulante (FSH): Estimula el crecimiento y la maduración de los folículos en los ovarios.
- Hormona Luteinizante (LH): desencadena la ovulación y la formación del cuerpo lúteo, que produce progesterona para mantener el endometrio en preparación para un posible embarazo.
- Estrógenos y Progesterona: Producidos por los folículos y el cuerpo lúteo, regulan el ciclo estral o menstrual y preparan el útero para la implantación del embrión.

Importancia de la Ovogénesis

La ovogénesis es esencial para la reproducción sexual en hembras. La calidad y la cantidad de óvulos producidos pueden afectar la fertilidad. Las alteraciones en la ovogénesis, como las causadas por problemas hormonales o factores genéticos, pueden llevar a la infertilidad.

4.8 Desarrollo de los órganos reproductores del macho

Fisiología Reproductiva del Macho: Espermatogénesis

La espermatogénesis es el proceso mediante el cual se producen los espermatozoides en los testículos de los machos. Este proceso es fundamental para la reproducción sexual, ya que los espermatozoides son las células sexuales masculinas que fertilizan al óvulo para formar un cigoto, el primer paso en la formación de un nuevo organismo.

Fases de la Espermatogénesis

La espermatogénesis se lleva a cabo en los túbulos seminíferos de los testículos y se divide en tres fases principales:

1. Fase de Proliferación (Mitosis)

- **Espermatogonias:** Las células germinales primordiales, llamadas espermatogonias, se dividen por mitosis para mantener su población y producir nuevas células que se diferenciarán en espermatozoides. Estas divisiones mitóticas producen dos tipos de células: una que permanece como espermatogonia para continuar el ciclo, y otra que se convierte en un espermatocito primario.

2. Fase de Crecimiento y Maduración (Meiosis)

- **Espermatocitos Primarios:** Los espermatocitos primarios experimentan la primera división meiótica, reduciendo su número de cromosomas de diploide (46 cromosomas) a haploide (23 cromosomas). Esta división da lugar a dos espermatocitos secundarios.
- **Espermatocitos Secundarios:** Los espermatocitos secundarios, a su vez, experimentan una segunda división meiótica, dando lugar a cuatro células haploides llamadas espermatidas.

3. Fase de Diferenciación (Espermiogénesis)

- **Espermatidas:** Las espermatidas, aunque haploides, no son aún células maduras. Durante la espermiogénesis, estas células experimentan una serie de cambios para convertirse en espermatozoides maduros.
 - **Desarrollo del flagelo:** Las espermatidas desarrollan una cola o flagelo, que es crucial para la movilidad.

- **Formación del acrosoma:** Se forma una capa en la cabeza del espermatozoide llamada acrosoma, que contiene enzimas necesarias para penetrar el óvulo durante la fertilización.
- **Compactación del núcleo:** El núcleo se compacta para reducir el tamaño de la cabeza del espermatozoide, optimizando la célula para la fertilización.
- **Eliminación del citoplasma:** El citoplasma excedente se elimina, quedando un espermatozoide maduro con una cabeza, una pieza intermedia rica en mitocondrias (que proporcionan la energía para el movimiento), y un flagelo.

Regulación Hormonal

La espermatogénesis está regulada por una interacción compleja de hormonas, principalmente:

- **Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH):** Producida por el hipotálamo, esta hormona estimula la hipófisis para liberar FSH y LH.
- **Hormona Folículo Estimulante (FSH):** Actúa sobre las células de Sertoli en los testículos, que son esenciales para la nutrición y soporte de las células germinales durante la espermatogénesis.
- **Hormona Luteinizante (LH):** Estimula las células de Leydig en los testículos para producir testosterona, la hormona clave que promueve la maduración de los espermatozoides y mantiene la libido.
- **Testosterona:** Esta hormona es crucial no solo para la maduración de los espermatozoides, sino también para el desarrollo de las características sexuales secundarias masculinas.

Producción y Maduración

La espermatogénesis es un proceso continuo en los machos sexualmente maduros, lo que permite la producción constante de espermatozoides. Desde el inicio del proceso hasta la formación de espermatozoides maduros, generalmente toma entre 64 y 72 días en los humanos, aunque este tiempo puede variar entre especies.

Almacenamiento y Eyaculación

- **Epidídimo:** Una vez formados, los espermatozoides se almacenan en el epidídimo, un conducto enrollado situado en la parte superior de cada testículo. Aquí, los espermatozoides maduran y adquieren movilidad.
- **Conductos Deferentes y Uretra:** Durante la eyaculación, los espermatozoides son transportados a través de los conductos deferentes hacia la uretra, donde se mezclan con fluidos de las glándulas accesorias (vesículas seminales, próstata, glándulas bulbouretrales) para formar el semen, que luego es expulsado por el pene

4.9 Diferencia Anatómica Gonadal entre mamíferos y aves

La diferencia anatómica gonadal entre mamíferos y aves está relacionada con las adaptaciones evolutivas que cada grupo ha desarrollado para la reproducción. A continuación, se describen las principales diferencias:

I. Mamíferos

- **Testículos:**
 - **Ubicación:** Los testículos en los mamíferos están generalmente localizados fuera de la cavidad abdominal, alojados en el escroto. Esta ubicación permite mantener una temperatura más baja que la del cuerpo, lo cual es esencial para la espermatogénesis.
 - **Estructura:** Los testículos están formados por numerosos túbulos seminíferos, donde se lleva a cabo la producción de espermatozoides. Además, las células de Leydig, situadas entre los túbulos, producen testosterona.
- **Ovarios:**
 - **Ubicación:** Los ovarios de las hembras mamíferas se encuentran dentro de la cavidad abdominal, en la región pélvica.

- Estructura: Los ovarios contienen folículos en diferentes etapas de desarrollo, y durante cada ciclo ovárico, uno o más folículos se desarrollan completamente y liberan un óvulo durante la ovulación. Además, tras la ovulación, el folículo se convierte en cuerpo lúteo, que produce progesterona.

2. Aves

- Testículos:
 - Ubicación: En las aves, los testículos se encuentran dentro de la cavidad abdominal, cerca de los riñones, y no están encerrados en un escroto externo. A diferencia de los mamíferos, los testículos de las aves permanecen en el abdomen a lo largo de su vida.
 - Estructura: Los testículos aviares, aunque funcionalmente similares, no están divididos en túbulos tan organizados como en los mamíferos. Además, los testículos aumentan considerablemente de tamaño durante la temporada reproductiva.
- Ovarios:
 - Ubicación: En la mayoría de las aves, solo el ovario izquierdo es funcional y está activo en la producción de óvulos. El ovario derecho, aunque presente en el embrión, generalmente degenera antes de la madurez sexual.
 - Estructura: El ovario activo produce óvulos que son liberados en el oviducto, donde se forman las diferentes capas del huevo (como el albumen y la cáscara) antes de ser puesto.

Principales Diferencias

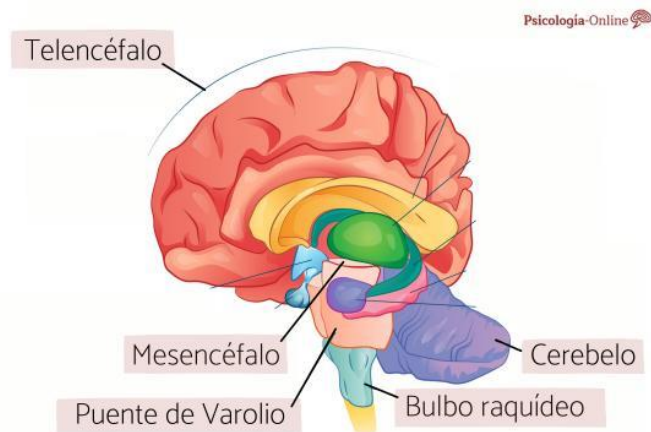
1. Escroto vs. Ubicación Interna: Los testículos de los mamíferos suelen estar fuera de la cavidad corporal en un escroto, mientras que en las aves, los testículos están dentro del abdomen.
2. Número de Ovarios Activos: Las hembras mamíferas tienen dos ovarios funcionales, mientras que en la mayoría de las aves, solo el ovario izquierdo es funcional.

3. Desarrollo de Testículos en Aves: Los testículos de las aves son más dinámicos en términos de tamaño, especialmente durante la temporada reproductiva, lo que es menos pronunciado en los mamíferos.

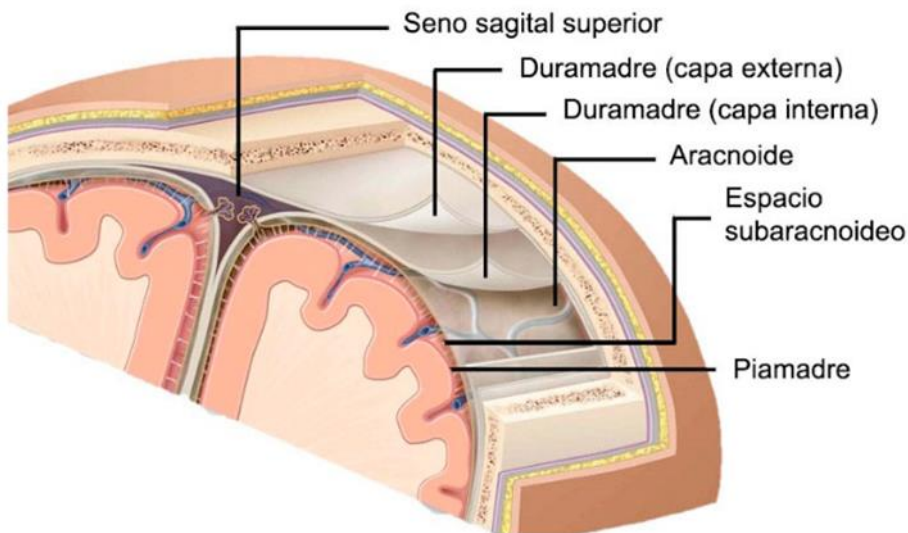
4.10 Anatomía comparada del sistema nervioso

El sistema nervioso es una red compleja de tejidos en los animales, cuya unidad básica son las neuronas. Su función principal es captar y procesar rápidamente señales tanto internas como externas, coordinando así la respuesta de los órganos para asegurar una interacción efectiva con el entorno cambiante. Las neuronas, con su estructura especializada que incluye dendritas, soma, axón, y terminales presinápticas, están interconectadas en circuitos que realizan funciones específicas. Además de las neuronas, el sistema nervioso incluye células gliales que, aunque no producen potenciales de acción, juegan un papel crucial en el soporte y modulación de las funciones neuronales.

El sistema nervioso se divide en central (SNC) y periférico (SNP). El SNC incluye el cerebro y la médula espinal, responsables de procesar la información y emitir respuestas, mientras que el SNP transmite las señales hacia y desde el SNC. Dentro del SNC, cada región, como la médula espinal, bulbo raquídeo, protuberancia, mesencéfalo, diencéfalo, y telencéfalo, tiene funciones anatómicas y fisiológicas específicas, desde la regulación de funciones vitales hasta el control de movimientos voluntarios y la integración sensorial compleja.



Todo el sistema nervioso central está rodeado por tres membranas protectoras denominadas meninges: la piamadre, la aracnoides y la duramadre. La membrana más interna es la piamadre; establece contacto directo con el sistema nervioso central, y consta de un estrato simple de fibroblastos situados sobre la superficie externa del cerebro y la médula espinal. La membrana media, la aracnoides, denominada así porque se parece a la tela de una araña, formada por varios estratos de fibroblastos, que constituyen una capa fina, separada de la piamadre por líquido cefalorraquídeo, que ocupa el el espacio subaracnoideo.



La meninge más externa es la duramadre, una membrana mucho más gruesa constiuida por fibroblastos, que protege el sistema nervioso central. En la cavidad craneal, la duramadre suele unirse con la superficie interna del hueso. El líquido cefalorraquídeo (LCR) es un líquido claro e incoloro, que se encuentra en el espacio subaracnoideo, el canal central de

la médula espinal y el sistema ventricular del cerebro. Se produce sobre todo en los ventrículos cerebrales, fluye según un gradiente de presión desde estos al espacio subaracnoideo, y desde aquí al sistema venoso. Es un líquido dinámico, que se renueva varias veces al día.

Puesto que el LCR puede intercambiarse libremente con el líquido extracelular del SNC, es un determinante importante del microentorno neuronal, porque transporta al exterior los productos del metabolismo celular y proporciona ciertos micronutrientes. Es así mismo un importante instrumento para el diagnóstico de infecciones, procesos inflamatorios o tumorales en el SNC. También amortigua los impactos físicos del movimiento corporal sobre el SNC.

Por último el sistema nervioso autónomo Es un sistema eferente e involuntario que transmite impulsos desde el sistema nervioso central hasta la periferia estimulando los aparatos y sistema de órganos periféricos, activándose principalmente por los centros nerviosos situados en la médula espinal, tallo cerebral e hipotálamo.

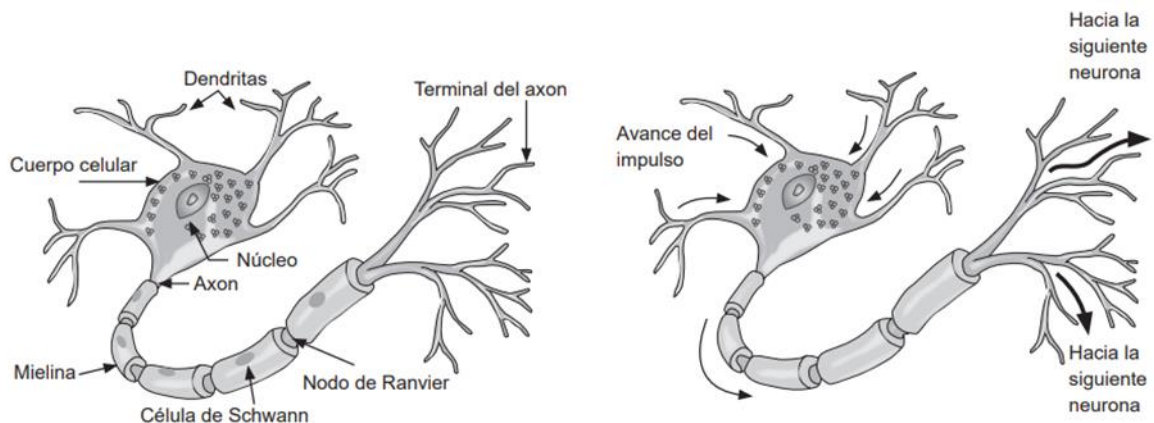
- Simpático: es llamado sistema adrenérgico o noradrenérgico, constituido por una cadena de ganglios y prepara el cuerpo del animal a reaccionar ante una situación de estrés, utilizando la noradrenalina como neurotransmisor. Aumenta consumo de energía.
- Parasimpático: conformado por ganglios aislados que usan la acetilcolina como neurotransmisor. Está encargado de almacenar y conservar la energía. Es llamado también sistema colinérgico; ya que es el que mantiene al cuerpo en situaciones normales y luego de haber pasado la situación de estrés es antagónico al simpático.

Neuronas

Dependiendo de su función, existen 3 tipos de neuronas:

- Sensitivas: transportan información hasta el SNC.
- Motoras: Llegan la información desde el SNC, hasta los efectores, que son las células que ejecutan las respuestas.
- De asociación o interneuronas: establecen la conexión entre las neuronas sensitivas y las neuronas motoras

Las neuronas típicas tienen cuatro regiones definidas morfológicamente: las dendritas, el cuerpo celular, el axón y las terminales presinápticas del axón. Estas cuatro regiones anatómicas son de gran importancia en las cuatro funciones eléctricas y químicas más importantes de la neurona: la recepción de las señales desde las terminales presinápticas de otras neuronas (o dendritas), la integración de estas señales, a menudo opuestas (en el segmento inicial del axón), la transmisión de los impulsos del potencial de acción a lo largo del axón y la activación de una célula adyacente en la terminal presináptica. En conjunto, estas funciones son análogas a la labor general del sistema nervioso: recoger información del entorno, integrar dicha información y producir una respuesta que puede cambiar el entorno.



Las células nerviosas, como otras células del organismo, poseen una carga eléctrica, o voltaje, que puede medirse a través de su membrana celular externa (potencial de reposo de la membrana). Cuando el potencial de membrana de un nervio o músculo disminuye lo suficiente, se produce un cambio espectacular denominado potencial de acción. Este potencial de acción se desplaza a lo largo de toda la longitud axonal. Tres factores principales provocan el potencial de reposo de la membrana.

- La bomba Na^+ , K^+ .
- Un tipo de ion se acercará al equilibrio dinámico si puede fluir a través de la membrana.
- Distinta permeabilidad de la membrana para la difusión de iones.

Estos tres determinantes (la bomba Na^+ , K^+ , el movimiento de un ion permeable hacia el equilibrio dinámico y la permeabilidad diferencial de la membrana) son el origen principal del potencial de reposo de la membrana.

Células De Glía

Este tipo de células tienen como misión proteger y alimentar a las neuronas y se encuentran situadas entre ellas.

- **Astrocitos:** encargadas de la alimentación de las neuronas.
- **Células de Schwann:** protegen a las neuronas formando una capa de mielina que mantiene aislado el axón.

4.11 Anatomía comparada del sistema endocrino

El sistema endocrino está compuesto por glándulas, que elaboran sustancias u hormonas que se vierten directamente en el torrente sanguíneo. Las hormonas son productos químicos sintetizados por tejidos específicos y transportados por el sistema vascular para actuar sobre otros tejidos a bajas concentraciones. El sistema endocrino ha evolucionado para permitir la coordinación y regulación de los procesos fisiológicos a través de mensajeros químicos llamados hormonas.

Otros tipos de sistemas de control utilizan sustancias químicas, que no se transportan en la sangre, para influir sobre la actividad de células distantes. Estos sistemas funcionan como medios de integración local entre dos o más células y son los siguientes:

- Agentes paracrinicos, en los que el mensajero difunde a través de los líquidos intersticiales, por lo general para influir sobre células adyacentes; si el mensajero actúa en la célula de origen la sustancia se denomina agente autocrino.
- Neurotransmisores, que actúan en la comunicación entre neuronas, o entre neuronas y células diana; las sustancias están limitadas en la distancia recorrida y la zona de la célula en la que influyen.
- Los agentes exocrinicos, como las hormonas sintetizadas por el páncreas, se liberan en el tubo digestivo.

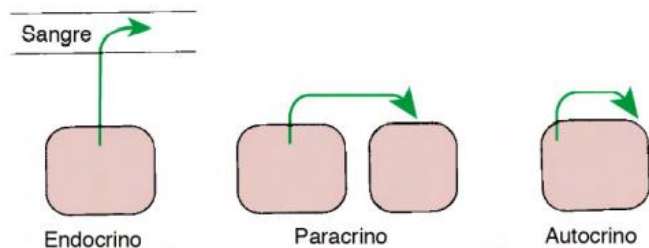


FIGURA 33-1 Tipos de comunicación celular por vía de mediadores químicos. (De Hedge GA, Colby HD, Goodman RL: *Clinical endocrine physiology*, Filadelfia, 1987, Saunders.)

Los sistemas endocrino y nervioso se integran en su control de los procesos fisiológicos. El sistema endocrino interacciona con el otro regulador principal, el sistema nervioso, el cual coordina las actividades que requieren un control rápido. Un ejemplo de la interacción directa de los dos sistemas es el reflejo por el que la succión produce la liberación de leche. La succión inicia la transmisión de impulsos nerviosos desde la glándula mamaria hasta el hipotálamo (por la vía del haz espinal). Las neuronas neurosecretoras de los núcleos supraóptico y paraventricular se estimulan para que secreten oxitocina, que se transporta a lo largo de los axones de estos nervios y se libera desde las terminaciones nerviosas en la neurohipófisis hacia el sistema vascular sanguíneo, a través del cual llega a la glándula mamaria, donde produce la contracción de las células mioepiteliales. Estas células rodean la unidad más pequeña de células secretoras de leche, llamada alvéolo. Esto produce el movimiento de la leche hacia las grandes cisternas adyacentes al pezón y, como consecuencia, hacia el interior del pezón.

El sistema endocrino participa en el control de las funciones fisiológicas, incluidas el metabolismo, el crecimiento y la reproducción. El metabolismo se puede dividir en dos modalidades: energético y mineral. Las hormonas que controlan el primero son la insulina, el glucagón, el cortisol, la adrenalina, la hormona tiroidea y la somatotropina; las hormonas que controlan el metabolismo mineral son la hormona paratiroidea, la calcitonina, la angiotensina y la renina.

clasificación

Glándulas endocrinas

Son aquellas glándulas que por carecer de conducto, vierten o secretan las hormonas directamente en el torrente sanguíneo ejemplo: glándulas tiroides, adrenales, hipófisis, paratiroides

Glándulas exocrinas

Son aquellas que Secretan las sustancias producidas directamente al medio exterior o a la luz de un órgano hueco. Ejemplo: glándulas sudoríparas, sebáceas, lagrimales y salivales.

Glándulas mixtas

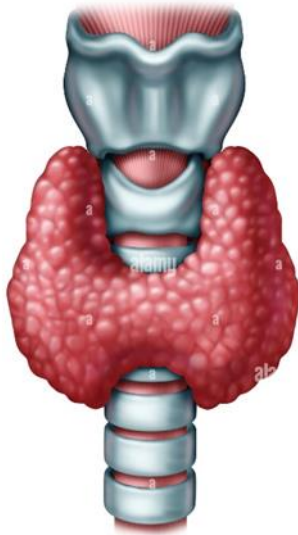
Son glándulas que en su estructura producen, tanto productos que son secretados al exterior como al conducto sanguíneo. Ejemplo: ovarios, testículos, páncreas, entre otros

Clasificación Y Función De Las Hormonas

La glándula tiroides

En la mayoría de los mamíferos, la glándula tiroides se localiza en posición caudal a la tráquea, a la altura del primer o segundo anillo traqueal. Se compone de dos lóbulos situados a cada lado de la tráquea y conectados por un fragmento estrecho de tejido llamado istmo. La glándula tiroides es la glándula endocrina más importante en la regulación metabólica. El tejido glandular se compone de células dispuestas en círculos llamados folículos. Las hormonas tiroideas se sintetizan a partir de dos moléculas de tirosina conectadas que contienen tres o cuatro moléculas de yodo.

La tirosina es parte de una gran molécula (peso molecular 660.000 D) llamada tiroglobulina que se forma en la célula folicular y se secreta a la luz del folículo. El yodo se convierte en yoduro en el intestino, y desde allí se transporta al tiroides, donde las células foliculares lo atrapan de forma eficaz mediante un proceso de transporte activo. Esto permite que las concentraciones intracelulares de yoduro sean de 25 a 200 veces superior a las extracelulares.



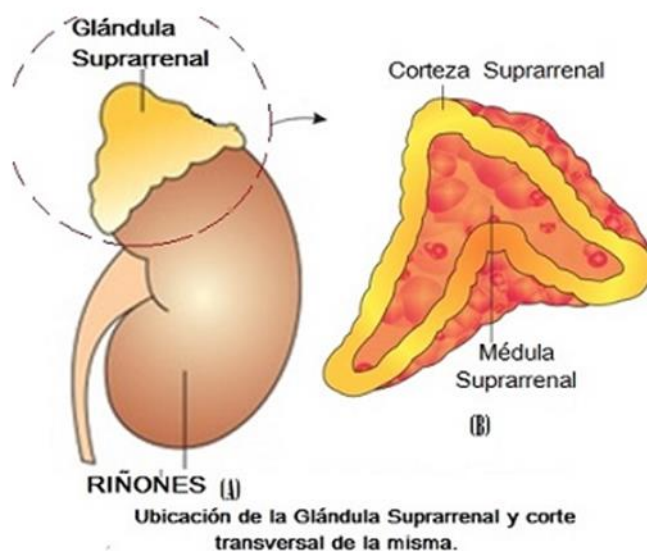
Las glándulas adrenales

Las glándulas adrenales se componen de dos partes: la más externa (corteza) y la más interna (médula) Las glándulas adrenales son dos órganos endocrinos simétricos bilaterales localizados en posición anterior a los riñones. Cada glándula se divide en dos entidades separadas, una médula y una corteza, cada una de las cuales producen diferentes tipos de hormonas y tiene orígenes embrionarios distintos. La médula surge del neuroectodermo y produce aminas, como la noradrenalina y la adrenalina. La corteza surge del epitelio mesodérmico celómico y produce hormonas esteroideas como el cortisol, la corticosterona, los esteroides sexuales y la aldosterona. La utilidad de situar juntos dos

tejidos tan dispares no está clara. El único factor común es que ambos grupos hormonales son importantes para la adaptación a las condiciones ambientales adversas (por ejemplo, al estrés).

La corteza adrenal de los mamíferos se organiza en tres zonas. La más externa, la zona glomerular, es relativamente estrecha y sus células se organizan en disposición espiral. La parte media, la zona fascicular, es más o menos ancha y sus células están organizadas en columnas. En la vaca y la oveja, la zona fascicular está a su vez dividida en una capa interna y otra externa. La zona más interna de la corteza adrenal, la zona reticular, es adyacente a la médula adrenal, tiene un tamaño intermedio y sus células están organizadas al azar.

La corteza adrenal produce dos tipos principales de hormonas esteroideas: los mineralocorticoides y los glucocorticoides, cuyas funciones son muy distintas. Los mineralocorticoides se producen en la zona glomerular, desempeñan un papel muy importante en el equilibrio electrolítico y, como consecuencia, son relevantes en la regulación de la presión arterial. El principal mineralocorticoide es la aldosterona. Los glucocorticoides, producidos por la zona fascicular (responsable de la mayor parte de su producción) y reticular, son importantes en la regulación de todos los aspectos del metabolismo, tanto directamente como interaccionando con otras hormonas. El principal glucocorticoide es el cortisol.



La médula adrenal. Las células de la médula adrenal que sintetizan catecolaminas se denominan células cromafines. Esta clasificación está basada en su reacción histoquímica cuando se exponen al dicromato potásico: esto es, un oscurecimiento de las células como consecuencia de la formación de pigmentos coloreados junto con la oxidación de las catecolaminas. Las células que producen adrenalina son diferentes de las que sintetizan noradrenalina; de acuerdo con esto, el tipo de gránulo cromafínico presente es diferente para cada tipo celular. En las vacas, las células que secretan adrenalina tienden a localizarse en el borde más externo de la médula. La liberación de acetilcolina desde las fibras nerviosas preganglionares inicia la síntesis de catecolaminas en las células de la médula. La acetilcolina también estimula la liberación de catecolaminas desde los gránulos cromafínicos, un fenómeno llamado acoplamiento estímulo-secreción.

Hormonas del páncreas

El páncreas tiene funciones endocrinas y no endocrinas importantes. Estas últimas se producen como consecuencia de la actividad de la parte exocrina del páncreas y están relacionadas con la función GI. La porción endocrina se organiza en islotes delimitados (denominados islotes de Langerhans) que contienen cuatro tipos de células, cada uno de los cuales produce una hormona diferente. Las más numerosas son las células b, que producen insulina; las células a producen glucagón, las células D producen somatostatina y las F o PP sintetizan polipéptido pancreático. Aunque estas hormonas tienen funciones diferentes, todas participan en el control del metabolismo, y más concretamente, en la homeostasia de la glucosa.

- Insulina. Tiene importantes efectos sobre el metabolismo de los hidratos de carbono. Facilita el uso de la glucosa: principalmente, la glucólisis, que implica su oxidación a piruvato y lactato mediante la acción de enzimas, como la glucocinasa, la fosfofructocinasa y la piruvatocinasa. Asimismo, promueve la producción de glucógeno en el hígado, el tejido adiposo y el músculo esquelético mediante el incremento de la actividad de la glucógeno sintetasa junto con un descenso de la actividad de la glucógeno fosforilasa.
- Glucagón El glucagón es una hormona proteica producida por las células a de los islotes de Langerhans. Tiene una estrecha relación con la insulina en el control del

metabolismo de la glucosa. Los cambios en la secreción de glucagón contrarrestan los efectos de la insulina asociados con la ingesta diaria de comida y los intervalos entre los períodos de alimentación.

Fuentes de Consulta:

- Cunningham J G, Klein B G. (2009) “Fisiología Veterinaria” 5º Edición. Barcelona. Editorial Elsevier.
- Manual del Protagonista “Anatomía y Fisiología Animal”, (2016) Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional.
- K. M. Dyce, W. A. Sack, C. J. G. Wensing (2011) “Anatomía Veterinaria” Editorial El Manual Moderno; Edición 4
- Sisson, S., & Grossman, J. D. Anatomía de los animales domésticos 5ª ed. Editorial Interamericana.
- Hafez, E. S. E. (Año de publicación) Reproducción e inseminación artificial en animales (7ª ed.) McGraw-Hill.
- Feldman, E. C., & Nelson, R. W. (2014). Canine and Feline Endocrinology (4th ed.). Elsevier Saunders.

Videos de apoyo:

- Andrés Bello anatomía comparada en la práctica forense [Video].

Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=ry_EILknO5g

- UCundinamarca. Anatomía Comparada Zootecnia [Video] Disponible de:

<https://www.youtube.com/watch?v=8e2rgBLS7j4>

- Serafin Gomez Piel, subcutáneo, articular
Técnica de necropsia - Necropsia de Perro [Video].

Disponible en: <https://tv.um.es/video?id=40131>

