

ANATOMÍA ESPECÍFICA DE AVES: ASPECTOS FUNCIONALES Y CLÍNICOS.

Dr. Francisco Gil Cano

Unidad Docente de Anatomía y Embriología

Facultad de Veterinaria

Universidad de Murcia

e-mail: cano@um.es

(Las imágenes interactivas que acompañan a este texto se pueden consultar en el siguiente enlace <http://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/indexc.htm>)

El vuelo es la facultad más característica de las aves y, en consecuencia, todo su organismo ha experimentado cambios tendentes a favorecerlo. Dichos cambios deben ser considerados por el veterinario a la hora de solventar los posibles problemas que pueden presentar las aves cuando son llevadas a la clínica veterinaria. Los amplios conocimientos anatómicos sobre los mamíferos domésticos que el veterinario adquiere a lo largo de su formación académica, son fundamentales para conocer las diferencias más sustanciales que ofrece la anatomía de las aves. Un conocimiento de la anatomía aviar es imprescindible a la hora de emitir un diagnóstico preciso y establecer el tratamiento más adecuado. A continuación, destacaremos los rasgos anatómicos más importantes de las aves que pueden tener mayor incidencia clínica.

1. - Tegumento Común:

La piel de las aves es fina, seca y de color blanco amarillento, con escasos vasos y terminaciones nerviosas; ello da lugar a que se desgarre con facilidad sin apenas hemorragia y ausencia de dolor. Pueden realizarse inyecciones subcutáneas a nivel de los pliegues cutáneos axilar, inguinal y zona dorsal de cuello (en la unión cuello-tronco). La epidermis, aunque es fina en todas las zonas pobladas de plumas, se condensa y cornifica en ciertos lugares, dando lugar a estructuras tales como la ranfoteca del pico, las uñas o garras y el espolón que presentan ciertas especies en la cara medial del tarsometatarso. A nivel de este hueso la epidermis también se modifica, constituyendo escamas similares a las que recubren el cuerpo de los reptiles. Pero, sin

lugar a dudas, el hecho más característico de la piel de las aves es la presencia de plumas. Éstas, se definen como formaciones epidérmicas desprovistas de células vivas, fuertemente queratinizadas y mineralizadas. Las plumas cumplen funciones diversas: ayudan a controlar la temperatura corporal, sirven de fuerza aerodinámica durante el vuelo, su coloración permite el camuflaje o la comunicación entre los distintos individuos. En el adulto se describen tres tipos principales:

a) Plumas de revestimiento, subdivididas en coberteras (tectrices), remeras (primarias y secundarias) y timoneras.

b) Plumones: plumas pequeñas cubiertas por las de revestimiento. En psitácidas se describe el plumón polvoriento, que contiene pequeños gránulos de queratina que favorecen la limpieza de todo el plumaje.

c) Filoplumas o plumas rudimentarias relacionadas con la propiocepción.

Las plumas se disponen sobre el cuerpo en áreas determinadas denominadas pterilios, en contraste con los apterios o zonas desprovistas de folículos plumosos. Es interesante reconocer ambas zonas, al objeto de procurar no dañar los folículos de las plumas en caso de intervención quirúrgica. Una pluma típica consta de un eje o mástil, dividido en cañón o cálamo (porción proximal hundida en el folículo) y raquis (zona distal restante). Este último, a ambos lados presenta una serie de barbas paralelas que constituyen el estandarte. En su extremo proximal el cañón muestra el ombligo, cicatriz que encierra la papila de la pluma, constituida ésta por vasos y nervios en una matriz conectiva. Los movimientos de las plumas obedecen, por un lado, a la existencia de músculos de fibra lisa, y por otro, a la acción que desempeñan concretos músculos esqueléticos (mm. tensores patagiales, de la cola, aductor y retractor de las tectrices, etc...).

El plumaje se renueva periódicamente mediante el proceso conocido como “muda”. Consiste en la caída de la pluma y su sustitución por otra nueva; el plumaje cambia una vez al año, casi siempre al final del verano o en otoño, aunque en psitácidas es normal que la muda suceda durante todo el año. Durante este periodo las aves pasan por un estado fisiológico de resistencia reducida frente a los agentes patógenos, lo que debe ser tenido en cuenta por cuidadores y veterinarios. Algunas especies pierden la mayoría de las plumas al mismo tiempo, mientras que otras lo hacen de forma más sistemática. Las plumas arrancadas accidentalmente a un ave, excepto las remeras primarias y secundarias, se reponen en un breve periodo de tiempo si el folículo no está dañado (de 2 a 4 semanas), mientras que las plumas que han sido cortadas no se

cambian hasta la muda siguiente. Recordar que la estructura interna del raquis permite la realización de injertos en plumas imprescindibles para el vuelo (remeras y timoneras).

La dermis desarrolla pulpejos (almohadillas adiposas pobres en vascularización) que se localizan en la cara plantar de los dedos y a nivel de las articulaciones metatarsfalangianas. También son especializaciones dérmicas los apéndices carnosos u ornamentales como la cresta, barbillas, rictus y lóbulo auricular. En ellos la dermis es gruesa y muy vascularizada, mientras que la epidermis es muy fina y fácilmente desgarrable, lo cual provoca hemorragias copiosas.

La piel de las aves carece de glándulas sebáceas y sudoríparas, si exceptuamos las del conducto auditivo externo (sebáceas) y la llamada glándula uropígea. Esta última encuentra un gran desarrollo en las aves acuáticas y consta de un cuerpo con dos lóbulos, situados bajo la piel adyacente al pigostilo. Segrega un producto graso rico en ceras y aceites que permite al ave encerar su plumaje haciéndolo impermeable al agua. También se ha descrito que algunos componentes del aceite secretado, al exponerse a la luz solar se transforman en vitamina D3 activada, la cual sería ingerida por el ave al acicalarse el plumaje. La glándula uropígea no se encuentra en todas las aves; avestruces, casuares, emúes, pájaros carpinteros, ciertas razas de palomas y las psitácidas, carecen de ella. El tejido subcutáneo es escaso, aunque en determinadas zonas corporales (tórax y abdomen) es frecuente el acúmulo de tejido adiposo.

2. - El esqueleto:

El esqueleto de las aves es más ligero que el de los mamíferos, pues gran parte de sus huesos contiene aire (neumatización) en lugar de médula ósea. Las cavidades óseas neumatizadas están en comunicación con el sistema respiratorio y tienen como finalidad disminuir el peso corporal para favorecer el vuelo. Constituyen excepciones a este respecto los huesos situados distalmente al húmero y a la pelvis. La disminución del peso en el tejido óseo puede llegar a casos extremos. Así, por ejemplo, en el águila calva, de unos 4 Kg de peso, mientras que el plumaje alcanza los 600 gramos, el esqueleto completo no supera los 300 gramos.

Por otra parte, los huesos de las aves son más ricos en sustancias inorgánicas (fosfato cálcico) que los de los mamíferos, llegando a contener hasta un 84% de estas sustancias. Los huesos largos, además, presentan una cortical muy fina y la cavidad medular contiene una red de trabéculas que aumentan la resistencia del hueso. Estas circunstancias dan lugar a que los huesos de las aves sean más duros pero a la vez más

frágiles y menos elásticos que los de los mamíferos. Por ese motivo, al producirse una fractura se astillan fácilmente, lo que imposibilita su reparación mediante empleo de placas de metal o clavos intramedulares que destruyen la estructura interna. Por todo ello, lo más apropiado para la corrección de fracturas es el uso de fijadores externos.

2.1. - Esqueleto cefálico:

Presenta tres rasgos fundamentales: cráneo abovedado, órbitas de gran tamaño separadas por un fino septo interorbitario y modificación de los huesos de la cara para formar el pico (rostro piramidal). El límite entre los diferentes huesos es difícil de definir, ya que las suturas existentes se transforman en sinostosis a los pocos meses de la eclosión. La valva superior del pico está formada por los huesos premaxilar, maxilar y nasal; y la valva inferior por cinco huesecillos que se fusionan precozmente para formar la mandíbula. Destacar la existencia de un sólo cóndilo occipital y la presencia del llamado hueso cuadrado que conecta la mandíbula con el cráneo (h. temporal). Los huesos cuadrados forman el componente más importante del llamado aparato maxilo-palatino. Gracias a este aparato, las valvas superior e inferior del pico pueden moverse de forma simultánea, la superior hacia arriba y la inferior hacia abajo, cuando gira el hueso cuadrado. El pico puede abrirse ampliamente gracias a este complicado mecanismo. En las psitácidas, además, la articulación craneofacial es de tipo sinovial, haciendo que los movimientos del maxilar (valva superior) respecto a la mandíbula (valva inferior) sean más amplios y más fuertes.

Gran parte de los huesos del cráneo se encuentran neumatizados, de tal manera que entre las dos finas láminas de hueso compacto existe una red de trabéculas que encierran numerosos espacios llenos de aire. Estos espacios están en comunicación con las cavidades nasal y timpánica y su función primordial es la de restar peso a la cabeza para favorecer el vuelo. Otro hecho relevante para la reducción del peso cefálico es la ausencia de dientes.

2.2. - Esqueleto del tronco (vértebras, costillas y esternón):

El raquis de las aves se divide en porciones cervical, torácica, lumbosacra y coccígea. La fórmula vertebral varía entre las especies, y en comparación con los mamíferos son muy numerosas las vértebras cervicales. De forma general puede servir una fórmula vertebral constituida por las siguientes vértebras: C₁₄, T₇, LS₁₄, Cd₆. Las vértebras cervicales son muy numerosas (entre 13 y 25 dependiendo de la especie) y

están provistas de apófisis salientes para implantación de poderosos músculos en el cuello. La forma de “S” que presenta el raquis cervical en numerosas especies es necesaria a fin de proteger elásticamente al encéfalo de las sacudidas que se producen tras el salto o después del vuelo. El atlas tiene forma de anillo y carece de alas. Al existir un sólo cóndilo, la articulación atlantooccipital resulta muy móvil, lo que permite a la cabeza, y por extensión al pico, realizar un gran número de movimientos en todas direcciones. Las vértebras torácicas están en menor número (de 5 a 7) que en los mamíferos, y varias de ellas están fusionadas formando el hueso notarium. La vértebra torácica siguiente a este hueso no está fusionada, siendo la única vértebra móvil del tronco. Es ésta una zona delicada, ya que dicha vértebra, ante traumatismos, puede desplazarse ventralmente seccionando o dañando la médula espinal, proceso conocido como “kinky back”. Las dos últimas vértebras torácicas se fusionan a las lumbares, sacras y dos primeras coccígeas, formando el hueso sinsacro, el cual terminará también fusionado al ilion. Notarium y sinsacro otorgan una gran rigidez a esta zona de la columna vertebral, rigidez que es necesaria para el vuelo. Respecto a las vértebras caudales o coccígeas, las cinco o seis primeras son libres, permitiendo así el movimiento de la cola, mientras que las 4-6 últimas se fusionan durante el desarrollo prenatal para constituir una pieza ósea llamada pigostilo. Este último se encuentra muy desarrollado en aves que poseen grandes plumas timoneras y ornamentales en la cola.

Las costillas se sitúan a ambos lados del raquis en igual número que el de vértebras torácicas. Las 2 o 3 primeras son asternales, mientras que las restantes alcanzan directamente el esternón (costillas esternales). A diferencia de los mamíferos, el cartílago costal de estas últimas se osifica, con lo que se describen en las aves dos partes óseas en la costilla: la parte vertebral, articulada a las vértebras y la parte esternal articulada al esternón. Las costillas centrales poseen apófisis uncinadas, dirigidas caudalmente y que contactan con la cara lateral de la costilla siguiente. Se forma así un tórax bastante rígido y resistente que soporta el movimiento ventral del ala durante el vuelo.

El esternón es un gran hueso que, dependiendo de la especie, presenta varias apófisis, escotaduras o agujeros. En su superficie dorsal existen agujeros neumáticos que lo comunican con el saco aéreo clavicular. En su cara ventral destaca una cresta esternal muy desarrollada en las aves voladoras (carinadas), lo que permite la implantación de los músculos pectorales. En aves no voladoras (ratites) la superficie ventral del esternón es plana. La situación subcutánea de la quilla esternal facilita la

obtención de muestras de médula ósea en grandes aves de jaula, pero también las expone a deformaciones y lesiones del esternón cuando duermen en perchas inadecuadas. El extremo caudal del esternón es cartilaginoso en las aves jóvenes, osificándose con la edad. Su flexibilidad, por tanto, puede ser indicativa de la edad del ave.

2.3. - Esqueleto del miembro torácico:

La transformación de los miembros torácicos en alas ha llevado consigo importantes cambios que se pueden resumir de la siguiente manera:

- Existe un esqueleto zonal completo integrado por tres huesos, el coracoides, la clavícula y la escápula.

- El esqueleto apendicular ha sufrido una reducción en el número de huesos y el húmero está neummatizado.

El hueso coracoides está muy desarrollado, conectando el esternón con el miembro torácico. De este modo, contribuye a mantener alejada el ala del esternón durante el vuelo, y, junto con las costillas, evita que el tórax se colapse durante el batido del ala. Las dos clavículas se unen ventralmente formando la horquilla o fúrcula, que mediante una membrana se une al esternón y coracoides. La fúrcula conecta las articulaciones del hombro a modo de un elástico, actuando como un muelle que mantiene, durante el aleteo, una distancia apropiada entre las articulaciones del hombro. Este hueso puede faltar o ser muy rudimentario en ciertas especies de loros. La escápula es estrecha y curva, adaptándose lateral y horizontalmente sobre el tórax, al que se une mediante músculos y ligamentos. Entre los tres huesos del esqueleto zonal se constituye un canal óseo (canal trióseo) por donde pasa el tendón del músculo pectoral profundo.

El húmero es similar al de los mamíferos, aunque neummatizado. El agujero neumático se sitúa en el extremo proximal, donde destacan dos tubérculos (dorsal y ventral) para inserción muscular. Con el ala recogida, el húmero se sitúa contra el tórax, paralelo a la escápula.

El cúbito tiene un mayor desarrollo que el radio y ambos huesos están curvados, lo que los protege de fuerzas de doblamiento en el plano del ala. La epífisis distal del cúbito puede ser usada para la administración de sustancias vía intramedular.

Respecto a los huesos del carpo, hay una notable reducción de los mismos en comparación con los mamíferos. En la fila proximal sólo persisten los huesos carporradial y carpocubital, mientras que los huesos de la fila distal se fusionan con el

metacarpo, constituyendo el llamado carpometacarpo. De aquí surgen tres dedos: el mayor, provisto de dos falanges, el menor, con una falange y el alular, también con dos falanges. Unidas al carpometacarpo y a las falanges de los dedos mayor y menor están las plumas de vuelo primarias, mientras que el dedo alular sirve de soporte al ala bastarda. Cuando el ave todavía es un polluelo, se puede extirpar la punta del ala seccionándola a nivel de la zona proximal del carpometacarpo, con lo que se le impide volar.

2.4. - Esqueleto del miembro pelviano:

Los miembros pelvianos sirven para la locomoción, en el medio terrestre o en el acuático. El esqueleto zonal consta de tres huesos, como en los mamíferos: ilion, isquion y pubis, que se unen para formar el coxal. Los dos coxales, salvo en contadas especies, no se fusionan ventralmente (no existe sínfisis pélvica), pero sí lo hacen (hueso ilion) con el hueso sinsacro. Proporcionalmente, el isquion es mayor que el de los mamíferos y forma buena parte de la pared lateral de la pelvis. El pubis es un hueso largo y fino, extendido caudalmente y palpable bajo la piel. La flexibilidad que presenta el extremo de este hueso puede permitir conocer la edad del ave en cuestión.

El fémur es parecido al de los mamíferos y su extremo distal se inclina craneolateralmente, acercando gran parte del miembro pelviano al centro de gravedad del cuerpo. Las aves también poseen rótula. Respecto a los huesos de la pierna, mientras que el peroné se reduce a un fino hueso afilado, la tibia incorpora distalmente la fila proximal de huesos tarsianos, lo que forma el tibiotarso. El fémur y el tibiotarso, a diferencia de otros huesos largos, son muy ricos en médula ósea.

El esqueleto del pie está formado por los huesos metatarsianos II, III y IV, que se fusionan con la fila distal de huesos tarsianos para formar el tarsometatarso. El extremo distal de éste termina en una triple tróclea de donde surgen las falanges de los dedos II, III y IV. Existe un pequeño metatarsiano I que está unido al tarsometatarso por ligamentos. Las aves por tanto, presentan 4 dedos en el pie (I a IV), provistos de dos, tres, cuatro y cinco falanges, respectivamente. La falange más distal forma la base ósea de la uña o garra.

3. - Articulaciones y músculos esqueléticos:

La musculatura de las aves posee una mayor densidad de miocitos y menos tejido conectivo que la de los mamíferos. La grasa intramuscular es más escasa y el

color del músculo depende de la región corporal y la especie. En aves voladoras la musculatura pectoral es muy roja, indicativo del gran número de fibras musculares ricas en mioglobina (metabolismo aerobio oxidativo), mientras que en las aves que han perdido la facultad de volar, dicha musculatura es pálida, debido al predominio de fibras musculares blancas glicolíticas (metabolismo anaerobio).

Interesa destacar los músculos implicados en el vuelo. Se trata de los músculos pectorales, integrantes de la pieza cárnica conocida vulgarmente como “pechuga”. Generalmente se describen un m. pectoral superficial y un m. pectoral profundo, también referidos como músculos pectoral torácico y supracoracoideo, respectivamente. El pectoral superficial se origina en la mayor parte de la superficie de la quilla esternal, clavícula y membrana esternocoracoclavicular y se inserta en el húmero, en su extremo proximal (cresta pectoral). Actúa como músculo depresor del ala durante el vuelo. El m. pectoral profundo se origina en parte de la quilla esternal cubierto por el anterior; desarrolla un tendón que pasa a través del canal trióseo para insertarse en la superficie dorsal del extremo proximal del húmero. Actúa como elevador del ala durante el vuelo. Dicho tendón puede romperse por un traumatismo (choque contra una ventana, por ejemplo) y entonces es característico observar que el ave no puede levantar el ala. En este caso es importante proceder a la reparación del tendón, ya que un vendaje del ala afectada conduciría a la formación de un callo óseo en el canal que acabaría con la función del mismo. La musculatura pectoral debe ser siempre explorada ya que indica el estado nutricional del ave y puede ser usada para la aplicación de inyecciones intramusculares. Se recomienda introducir la aguja en la parte caudal del músculo pectoral superficial, ya que la craneal presenta un mayor aporte sanguíneo y existe riesgo de introducir las sustancias en el torrente sanguíneo.

De entre los músculos propios de ala, destacar la descripción del m. extensor carporradial. Originado en el epicóndilo medial del húmero, su corto tendón de inserción se extiende sobre la superficie craneal de la articulación del carpo para terminar en la apófisis extensora del carpometacarpo. Este tendón puede seccionarse en una de las alas para impedir el vuelo, ya que de este modo se limita la extensión de ala. En el miembro torácico, además de los músculos, conviene resaltar la presencia del propatagio. Se trata de un pliegue triangular de piel en la parte craneal del ala extendido entre las articulaciones del hombro y el carpo. Su borde craneal está recorrido por el ligamento propatagial elástico. Para impedir el vuelo, a veces se recurre a una sección triangular de este pliegue. También es utilizado para colocar las grapas que fijan anillas

marcadoras en las anátidas. En su superficie ventral puede evidenciarse la vena cutánea cubital, apropiada para venipuntura en su trayecto sobre la articulación del codo.

Respecto a los músculos del miembro pelviano, indicar que su función principal es la de mantener el cuerpo erecto y en equilibrio, además de estar al servicio de la locomoción, por lo que todos los músculos están bien desarrollados. Pueden utilizarse para realizar inyecciones intramusculares, aunque siempre considerando que las sustancias administradas transitan por el riñón antes de incorporarse a la circulación sistémica, al existir en las aves un sistema venoso porta-renal. Por otro lado, conviene señalar que muchas aves de percha y de presa presentan el llamado “aparato recíproco”. Este sistema da lugar a una flexión de las articulaciones interfalángicas de los dedos del pie siempre que también esté flexionada la articulación del tarso. Ello se debe a que los tendones de los músculos flexores digitales se tensan a su paso por la cara caudal del tarso cuando el ave se agacha, dando lugar a una flexión recíproca de las articulaciones de los dedos. Este mecanismo debe ser tenido en cuenta para desasir a un ave grande.

En la cara medial de la articulación del tarso puede reconocerse la vena tibial caudal. Su trayecto subcutáneo resulta idóneo para venipuntura en aves de cierto tamaño. También con fines diagnósticos, como por ejemplo en la enfermedad de Marek, es interesante saber localizar el nervio ciático a su paso por el muslo, caudalmente al fémur y cubierto por la musculatura medial del miembro.

Señalar finalmente que es frecuente la mineralización de los tendones flexores de los dedos del pie (mm. gastronemio, flexores digitales superficial y profundo) y de los dedos de las alas, lo que radiográficamente debe ser reconocido como un hecho normal.

Los músculos del tronco tienen una importancia menor y los del cuello están muy desarrollados debido a la movilidad de esta región del raquis. Los músculos abdominales e intercostales quedan reducidos a delgadas láminas.

4. -CAVIDAD CORPORAL Y SISTEMAS VISCERALES

Dado que el diafragma no constituye un tabique completo de separación entre las cavidades torácica y abdominal, como sucede en los mamíferos, en las aves los principales órganos ocupan una única cavidad corporal, aunque pueden ser concretados en dependencias celómicas conocidas como sacos peritoneales.

4.1. - Aparato Digestivo:

Se inicia en el pico, cuya base ósea la integran por un lado, los huesos nasal, maxilar y premaxilar, y por otro, el esqueleto mandibular. Todos estos huesos quedan revestidos por un estuche córneo epidérmico muy duro denominado ranfoteca. El pico, cuya forma depende del tipo de alimentación, sustituye a los labios, carrillos y dientes de los mamíferos, y algunas aves lo utilizan como órgano prensil (psitácidas). Ocasionalmente, en aves enjauladas se produce un sobrecrecimiento exagerado de las valvas superior e inferior, que impide la normal ingestión de alimentos. Por lo general, se requiere al veterinario para el limado del pico.

Las cavidades oral y faríngea se describen como una única cavidad orofaríngea, caracterizada por la existencia de un largo paladar duro y presencia de papilas cornificadas dispuestas en hileras. No suele existir, por lo tanto, ni paladar blando ni nasofaringe, de modo que las coanas y trompas auditivas se abren a la cavidad bucofaríngea a través de sendos orificios o hendiduras que perforan el paladar.

Por lo general, la lengua se adapta a la forma del pico, y puede ir provista de papilas filiformes, como en las palmípedas. Estas papilas, junto con las laminillas córneas del pico actúan como barrera para el filtrado del alimento. En las psitácidas destaca una lengua dura, carnosa (consta de músculos propios) y muy móvil, lo que parece ser facilita la emisión de sonidos y palabras. Al no masticar, las glándulas salivares se reducen considerablemente, excepto en algunas especies de aves insectívoras como por ejemplo el pito real, donde se describen glándulas que alcanzan los 7 cm. de longitud.

La faringe se continúa con el esófago, cuyo orificio de entrada (vestíbulo esofágico) debe ser localizado para rehidratar o alimentar al ave extenuada. La introducción de la sonda deberá hacerse salvando la entrada a la laringe (glotis), localizada ésta sobre una prominencia ventral al esófago. En su inicio, el esófago se sitúa entre la tráquea y los músculos cervicales, pero enseguida se desvía hacia la derecha, manteniendo esta posición en su recorrido por el cuello. En la porción caudal del esófago de las anátidas existe un acumulo de tejido linfoide conocido como amígdala esofágica. Aunque no en todas las especies, el esófago suele presentar una dilatación llamada buche, que actúa como reservorio de alimentos (en él no hay digestión). En las columbiformes (palomas), la mucosa del buche segrega una sustancia rica en proteínas, denominada caseína o leche del buche. Los adultos producen esta secreción para nutrir a los pichones. La forma del buche difiere con la especie, desde una simple dilatación (aves acuáticas), bolsa (rapaces y granívoras), doble bolsa

(paloma) o a modo de “S” (psitácidas). Tanto el esófago como el buche son formaciones subcutáneas fácilmente palpables y accesibles quirúrgicamente. Una vez rebasa el corazón y los pulmones, el esófago desemboca al estómago, donde se distinguen dos porciones: proventrículo y molleja.

El proventrículo, ventrículo subcenturiado o estómago glandular, está en contacto ventral con el lóbulo izquierdo del hígado. Presenta una pared rica en glándulas que segregan mucus, enzimas (pepsina) y ácido clorhídrico. Este último componente, en las aves carnívoras (rapaces) es imprescindible para la digestión de la carne e incluso de los huesos ingeridos.

La molleja o estómago muscular, queda más caudal y también se relaciona con el hígado, pero establece un contacto más extenso con el esternón y la parte ventral de la pared abdominal izquierda. Suele alojar granos de arena y piedras para favorecer el triturado del alimento, lo que funcionalmente suple la carencia de dientes en las aves. Su pared muscular es más potente en las granívoras que en las carnívoras, y su mucosa segrega una sustancia queratinizada que la protege de los posibles daños que pueden causar los guijarros o piedrecillas ingeridas. Esta porción del estómago, en ciertas aves (rapaces) puede retener muchos de los desechos alimenticios (pelos, plumas, huesos), que son regurgitados en forma de bolas o pelotas, denominadas “egagrópilas”. El estudio de las mismas permite conocer las preferencias alimentarias de las distintas especies.

El intestino queda comprendido en el saco peritoneal ventral, ocupa la parte caudal de la cavidad corporal y establece relación con la molleja y los órganos reproductores. Consta de duodeno, yeyuno, íleon, dos sacos ciegos y recto. Su longitud y desarrollo dependen del tipo de alimentación, siendo muy largo en las aves granívoras y herbívoras, y más corto en las frugívoras y carnívoras. En el yeyuno puede ser observado el divertículo vitelino, resto del primitivo saco vitelino que durante los primeros días de vida nutrirá al pollito recién eclosionado. Los ciegos, ausentes en las psitácidas, se abren en la zona de tránsito del intestino delgado al grueso. Su tamaño también depende del tipo de alimentación, siendo muy corto en las granívoras y muy largo en las herbívoras. Parece ser que los ciegos facilitan la digestión de la celulosa, la absorción de agua, e incluso, en ciertas aves como las palomas, dada su riqueza en tejido linfoide actúan como auténticos órganos defensivos. El recto desemboca en la cloaca, zona de encrucijada también para la desembocadura de los conductos genitales y urinarios.

Fisiológicamente se divide en tres compartimentos:

a) Coproceo: compartimento más craneal donde termina el recto y se acumulan las heces.

b) Uroceo: compartimento medio donde desembocan los conductos urogenitales.

c) Proctoceo: compartimento caudal, que comunica al exterior a través del orificio cloacal, provisto de musculatura esfintérea. Dorsalmente presenta la bolsa de Fabricio, pequeño saco impar de naturaleza linforreticular, situado retroperitonealmente.

Indicar también que la gran capacidad digestiva que presentan las aves hace que sean capaces de utilizar la mayor parte del alimento ingerido, por lo que sus excrementos, aunque numerosos, son de escaso tamaño. En la exploración del ave es interesante observar el estado de las plumas que rodean la cloaca. En casos de diarrea estas plumas siempre estarán manchadas por heces.

En cuanto a las vísceras anejas al tubo intestinal, el hígado queda envuelto en 4 sacos peritoneales (dos sacos hepáticos ventrales y dos dorsales). Presenta dos lóbulos principales, derecho e izquierdo; del izquierdo surge el conducto hepatopancreático que drena la bilis directamente al duodeno. Del derecho parten dos cortos conductos hepatocísticos que llevan la bilis a la vesícula biliar (ausente en ciertas especies de psitácidas, la paloma y el avestruz). Desde aquí, la bilis será vertida al duodeno mediante el conducto císticoentérico. En el páncreas se describen tres lóbulos (dorsal, ventral y esplénico) y de cada uno de ellos arranca el correspondiente conducto pancreático hacia el duodeno. La forma del bazo es variable y queda situado entre la molleja, el proventrículo y la vesícula biliar, no actuando como reservorio sanguíneo.

Por lo general, indicar que las aves ingieren diariamente alimentos que suponen el 25-30% de su peso corporal, dado su alto metabolismo. Así, se requieren grandes aportes energéticos, por lo que las aves de menor tamaño, como los pequeños passeriformes, sucumben fácilmente si permanecen varias horas con el intestino vacío. Ello da lugar a que dichas aves necesiten comer mucho y de forma frecuente.

4.2. - Aparato Respiratorio:

Está muy modificado por la adaptación al vuelo. Este acto locomotor exige un gran esfuerzo muscular del que deriva un elevado consumo de oxígeno, por lo que se necesita una ventilación potente y rápida.

Los orificios nasales se abren en la ranfoteca dorsal del pico, ya sea en la parte córnea o en la cera (tejido cutáneo de transición rico en terminaciones nerviosas). El

color de la cera puede servir como referencia del estado nutricional del ave (rapaces) o incluso para diferenciar el sexo (en los periquitos la cera del pico es azulada en los machos y de color carne en las hembras e inmaduros). Las cavidades nasales están separadas por un fino septo nasal cartilaginoso, que puede ser incompleto rostralmente (nariz permeable de las palmípedas). Existen tres conchas nasales (rostral, media y caudal), cuyo desarrollo varía con la especie, mientras que el laberinto etmoidal no se describe, debido al escaso desarrollo del sentido del olfato. De las cavidades paranasales sólo existe el seno infraorbitario, que se corresponde con el seno maxilar de los mamíferos. Dicho seno queda situado ventral y caudalmente al ojo, estando comunicado con la concha nasal caudal y la propia cavidad nasal. En las psitácidas, los senos infraorbitarios izquierdo y derecho se comunican entre sí y poseen divertículos que neumatizan amplias zonas del cráneo. En algunas especies, como en los loros Amazonas, estos divertículos se extienden dorsolateralmente a cada lado del cuello hasta alcanzar caudalmente la altura de la 7ª vértebra cervical. Las infecciones de las vías respiratorias altas pueden afectar a estos senos, donde se acumula pus de difícil tratamiento.

Desde las coanas (que se abren directamente en el paladar duro) el aire pasa a tráquea a través de la laringe, integrada tan sólo por los cartílagos aritenoides y el cricoideo (no existe epiglotis). La glotis se sitúa sobre una pequeña elevación conocida como prominencia laríngea. Tampoco existen en las aves pliegues vocales, y los músculos laríngeos son muy rudimentarios. Esto se debe a que la laringe, al contrario que en los mamíferos, no interviene en la emisión de sonidos (fonación).

La tráquea consta de 100 a 130 anillos cartilaginosos que suelen osificarse. Tales anillos también están presentes en los bronquios principales. En especies de cuello muy largo (cisnes, grullas), sobre la cara izquierda del esternón, que presenta una escotadura al efecto, la tráquea describe circunvoluciones (hipertrofia traqueal). Tal hipertrofia parece estar relacionada con un aumento de la potencia de la voz.

La bifurcación de la tráquea se modifica para constituir el auténtico órgano fonador de las aves: la siringe o laringe caudal, que puede faltar en ciertas especies (buitres, avestruz y algunas cigüeñas). La siringe va provista de una fuerte musculatura que tensa una membrana vibradora. La calidad y complejidad del canto depende directamente de esta musculatura. Por ejemplo, los halcones, que sólo emiten algunos gritos, poseen sólo dos pares de músculos, mientras que los paseriformes (por ejplo., canarios) tienen hasta siete y nueve pares.

Los dos bronquios principales penetran en el parénquima de ambos pulmones, que resultan muy rudimentarios desde el punto de vista morfológico. Los pulmones representan sólo el 11 % de todo el aparato respiratorio, pero tienen una gran capacidad funcional. Ambos bronquios principales se dilatan (vestíbulo) y de ahí se continúan con los mesobronquios (conductos membranosos) hasta el extremo caudal del pulmón, donde se abren a los sacos aéreos abdominales. Un bronquio intermedio los relaciona con el saco aéreo torácico caudal. Los sacos aéreos son dilataciones extrapulmonares de paredes muy finas que quedan intercalados entre los sistemas viscerales y las paredes de la cavidad corporal. Incluso alguno de ellos penetra en la cavidad medular de numerosos huesos a los que “neumatiza”. La función principal de los sacos aéreos es disminuir el peso corporal para favorecer el vuelo y la natación, pero también impiden el calentamiento del cuerpo durante estas funciones locomotoras. Normalmente se describen 9 sacos aéreos: 2 cervicales, 1 interclavicular, 2 torácicos craneales, 2 torácicos caudales y 2 abdominales (el izquierdo se puede canular en caso de obstrucción de las vías respiratorias altas). Estos sacos, aunque no intervienen directamente en el intercambio de oxígeno, actúan como fuelles facilitando el flujo continuo de aire sobre la superficie funcional del pulmón. De este modo, tanto el aire inspirado como el espirado atraviesan el parénquima pulmonar, lo que permite un intercambio de gases continuo en ambas fases del ciclo respiratorio (ausencia de espacios muertos). Con cada inspiración el ave reemplaza casi todo el aire contenido en sus pulmones y la mitad de todo el existente en su sistema respiratorio. Por ello, la ventilación pulmonar se ejecuta más libremente y a fondo que en los mamíferos. Al no existir diafragma muscular, los movimientos inspiratorios y espiratorios de las aves dependen de los músculos de la pared torácica.

4.3. - Sistema urogenital:

Los riñones quedan empotrados en sendas fosas labradas en la cara ventral de los huesos sinsacro e ilion. Cada uno de ellos está dividido en tres lóbulos y no existe un límite preciso entre la corteza y la médula, por lo que hay numerosos cálices renales por lóbulo. Destacar la existencia del ya mencionado sistema porta renal. Éste se origina en virtud de que las dos venas iliacas externas y el tronco venoso de las últimas porciones del intestino se resuelven en capilares que penetran en los riñones, de donde nacen dos vasos eferentes (uno por cada riñón) que desembocan a la vena cava caudal. Las inyecciones en el muslo no son recomendables, pues los medicamentos pueden pasar al

riñón por este sistema porta y ser eliminados sin llegar a la circulación general. La orina es transportada por los uréteres, que discurren junto al borde medial de los riñones y se dirigen caudalmente hasta desembocar en la cloaca (uroceo), no desarrollándose vejiga urinaria. Las aves excretan una orina semisólida (en el uroceo se produce una gran absorción de agua) rica en cristales de ácido úrico, factor importante en la predisposición a padecer procesos de gota.

Respecto a los órganos genitales masculinos destacar que los testículos son intraabdominales (endorquidia fisiológica) y se sitúan en las inmediaciones del polo craneal de los riñones. El izquierdo suele ser algo mayor que el derecho. En especies sin dimorfismo sexual es necesario recurrir a la endoscopia para discernir el sexo. Para realizar la misma, se utilizan dos vías de acceso (McLelland, 1992): una, a través de la escotadura del esternón situada entre la penúltima y última costilla, inmediatamente por debajo del borde craneal del músculo sartorio; y otra, por la parte superior de un triángulo formado entre el extremo proximal del fémur, la última costilla y el borde craneal del pubis. El epidídimo se localiza fijado al borde dorsomedial del testículo y los conductos deferentes desembocan también en el uroceo. La temperatura óptima para la producción de espermatozoides se consigue gracias a la refrigeración que se produce por el contacto con los sacos aéreos abdominales durante la inspiración forzada. No existen glándulas genitales accesorias y el órgano copulador suele ser bastante rudimentario (papila peneana), aunque en determinadas especies palmípedas) llega a alcanzar los 8 cm. de longitud.

Los órganos genitales femeninos se caracterizan por el desarrollo exclusivo del ovario y oviducto izquierdos. Sin embargo, en algunas rapaces, el ovario y oviducto derechos son los funcionales. En actividad sexual, el ovario ofrece un aspecto a modo de racimo, debido a los numerosos folículos que afloran a su superficie. Los ovocitos contenidos en los folículos se ven pronto envueltos por capas de vitelo (futura yema del huevo). El oviducto cumple dos funciones: la de hacer que el óvulo progrese hacia la cloaca y, por otra parte, segregar las sustancias que lo van a proteger del medio ambiente. Las porciones que se describen son las siguientes: infundíbulo, magnum, istmo, ampolla, útero y vagina. En el magnum y el istmo se formará la mayor parte de la albúmina, mientras que en la ampolla tendrá lugar la formación de las membranas de la cáscara, formándose esta última en el útero. La vagina es el último segmento del oviducto y en ella se segrega la cutícula y el pigmento específico del huevo: su

desembocadura tiene lugar en el uroceo a la izquierda del lugar donde lo hicieron los uréteres.

5. Órganos de los Sentidos:

Presentan un escaso desarrollo los órganos relacionados con el olfato y el gusto. Sin embargo, el tacto, oído y vista adquieren en las aves una importancia relevante. Los órganos del tacto, al igual que en mamíferos, corresponden a corpúsculos nerviosos terminales táctiles y a propioceptores. Junto con la vista representa el sentido más importante en la elección de los alimentos. Los corpúsculos táctiles se localizan en los bordes y punta del pico, así como en la cavidad bucal. Transmiten las percepciones relativas al tamaño, forma, dureza y características superficiales de los alimentos. El plumaje evita en gran parte que la piel perciba sensaciones dolorosas, por lo que en las aves se pueden realizar ciertas operaciones sin anestesia (castración, incisión del buche, etc).

Los receptores del equilibrio y oído se agrupan en el órgano vestibulococlear, si bien, en las aves no está claramente definido el oído externo (no existe pabellón auricular). La entrada al conducto auditivo externo es circular y queda demarcada por un ribete cutáneo que circunscribe el llamado disco o lóbulo auricular. El conducto auditivo debe estar limpio, sin secreciones y en su exploración debe tenerse en cuenta la posible existencia de parásitos. El oído medio está bastante modificado, presentando un hueso alargado (columela) que sustituye a los huesecillos descritos en los mamíferos. El oído interno es muy parecido al de los mamíferos, aunque la cóclea es diez veces más pequeña que en estos últimos. La sensibilidad a la resonancia es muy grande, especialmente en las rapaces nocturnas. Por ejemplo, los búhos distinguen dos sonidos emitidos a 0.00003 segundos el uno del otro.

En cuanto al sentido visual, decir que las aves gozan de una vista excelente y el comportamiento de la mayoría de ellas se basa en informaciones visuales. Los globos oculares se caracterizan por ser de gran tamaño, y en la mayoría de las aves quedan situados lateralmente. Por ello, el campo visual abarca 280-360°, lo que permite ver casi todo el contorno. La forma del globo no es esférica sino aplanada y en algunas especies (rapaces) alargada. La retina, provista de conos y bastones, presenta una fovea central integrada casi de forma exclusiva por conos (en el ratonero común se han llegado a contar hasta un millón de conos/mm², lo que le confiere una agudeza visual 8 veces superior a la humana. Existe un 100% de decusación de fibras en los nervios ópticos por

lo que no se aprecia reflejo pupilar consensuado en las aves. La cámara posterior (humor vítreo) contiene una estructura típica, el pecten o peine. Se trata de una membrana vascular pigmentada situada en el fondo del ojo a nivel de la entrada del nervio óptico, flotando en el humor vítreo, que desempeña funciones muy importantes (trófica, órgano del sentido de la presión, regulación de la temperatura). Los músculos oculares internos son de fibra estriada y por tanto, voluntarios, lo que dificulta el examen oftalmológico. La esclerótica se caracteriza por contener un anillo óseo (huesecillos escleróticos). Entre los órganos accesorios destacar que las aves poseen una extensa membrana nictitante (3er párpado) dotada de gran movilidad y que se desplaza barriendo la córnea, en sentido dorsonasal o ventrotemporal. Esto protege y lubrica la córnea, protegiéndola y lubricándola gracias a la secreción de su glándula adyacente.

6. -Bibliografía:

Dyce K.M., Sack W.O. y Wensing C.J.G., 1991. Anatomía Veterinaria. Ed. Panamericana

Ede D.A., 1965. Anatomía de las aves. Ed. Acribia.

Grasse P.P., 1980. Zoología. Vol 4: Vertebrados. Reproducción, biología, evolución y sistemática. Ed. Toray-Masson.

Grifols J. y Molina R. 1994. Manual clínico de aves exóticas. Ed. Grass-Iatros.

Historia Natural, 1984. Vol. 1. Ed. Océano-Instituto Gallach.

King G.M. and D. Custance. Colour atlas of vertebrate anatomy: The Pigeon. Pp.: 5.1-5.17. Ed. Blackwell Scientific Publications.

Krahmer R. Y Schröder L. 1979. Anatomía de los animales domésticos. Ed. Acribia.

McLelland J., 1992. Atlas en color de anatomía de las aves. Ed. Interamericana.

Nickel R., 1977: Anatomy of the domestic birds. Ed. Paul Parey.

Sandoval J., 1976. Anatomía Veterinaria. Ed. Imprenta Moderna (Córdoba).

Schwarze E. 1980. Compendio de Anatomía Veterinaria. Tomo V: Anatomía de las aves. Ed. Acribia.

Shively M.J., 1993. Anatomía Veterinaria, básica, comparativa y clínica. Ed. Manual Moderno.

Sturkie P.D., 1967. Fisiología Aviar. Ed. Acribia.