

S. Sisson - J. D. Grossman

# Anatomía de los animales domésticos

---

**ROBERT GETTY**

---

Tomo I

5ª edición

 **MASSON**

Copyrighted material

SISSON Y GROSSMAN

# ANATOMIA DE LOS ANIMALES DOMESTICOS

**ROBERT GETTY, D.V.M., Ph.D.**

Late Distinguished Professor and Head,  
Department of Veterinary Anatomy,  
Iowa State University

COORDINACION EDITORIAL

**Cynthia Ellenport Rosenbaum, B.S.**

**N. G. Ghoshal, G.V.Sc., D.T.V.M., Dr. Med. vet., Ph.D.**

**Daniel Hillmann, D.V.S., Ph.D.**

QUINTA EDICION

**Tomo I**

 **MASSON**

This One



HZJS-87N-RJDT

Copyrighted material

# Introducción general

C. R. ELLENPORT

La **anatomía**, según Vesalius (1543), «debe ser considerada como la piedra fundamental del arte de la medicina y su preámbulo esencial»; hay que tener también en cuenta que la anatomía introduce al estudiante en un amplio campo de la terminología médica.

La anatomía es la rama de la ciencia biológica que trata de la forma y estructura de los organismos. Se halla en íntima relación con la fisiología, que trata de las funciones del cuerpo.

Etimológicamente, la palabra «anatomía» significa cortar, separando o disociando las partes del cuerpo. En las primeras fases de su desarrollo la anatomía fue una ciencia puramente descriptiva, basada sólo en las observaciones que eran posibles a simple vista y con la ayuda de instrumentos simples de disección: bisturí, pinzas y similares. En aquella época, por tanto, el término expresaba adecuadamente la naturaleza de la materia, pero como quiera que la extensión de la ciencia se ha ido ampliando y han aumentado los conocimientos anatómicos, ha sido necesario establecer subdivisiones e introducir nuevos términos para designar campos y métodos especiales de trabajo. La introducción del microscopio y sus accesorios ha permitido el estudio de los más pequeños detalles de estructura y el conocimiento de organismos diminutos que hasta entonces habían permanecido desconocidos. Este campo de investigación se ha desarrollado tan rápidamente que ha constituido la ciencia de la **anatomía microscópica** o **histología**, separada con-

venientemente de la **anatomía macroscópica**. Al propio tiempo, el estudio de los cambios que el organismo experimenta durante su desarrollo alcanzó una importancia suficiente para ser considerado desde el punto de vista práctico como una rama separada, conocida ahora con el nombre de **embriología**, término que se aplica sólo corrientemente a las primeras fases del desarrollo, durante las cuales se forman los tejidos y órganos. El término **ontogenia** se utiliza para designar el desarrollo completo del individuo. La **filogenia**, o historia ancestral de las especies, está constituida por los cambios evolutivos que experimentaron aquéllas, según han revelado los documentos geológicos.

La **anatomía comparada** describe las estructuras de los animales y forma la base para su clasificación. De esta manera — con inclusión en la esfera de la investigación de especies ya extinguidas — ha sido posible demostrar la relación genética de varios grupos de animales y dilucidar la significación de muchos fenómenos estructurales que, por otra parte, son bastante oscuros. La **morfolo-gía** o anatomía filosófica puede considerarse como la ciencia de las deducciones concernientes a las leyes generales de la forma y estructura derivadas de los estudios anatómicos comparativos. El morfólogo, sin embargo, se ocupa sólo de aquellos datos anatómicos que le son necesarios para formar una base para sus generalizaciones. Los conocimientos anatómicos necesarios para la práctica de la medicina y de la cirugía tie-

#### 4 General

nen, evidentemente, un carácter distinto y abarcan muchos detalles que no son de interés especial para el morfológico.

La **anatomía especial** describe la estructura de un solo tipo o especie, por ejemplo, antropotomía, hipotomía.

La **anatomía veterinaria** es la rama que trata de la forma y estructura de los principales animales domésticos y su estudio se hace generalmente con un fin de necesidad profesional; por ello su carácter es ampliamente descriptivo.

Se suele utilizar fundamentalmente tres métodos para su estudio: sistemático, topográfico y aplicado. En este libro se utiliza el método **sistemático**, en el que el cuerpo se considera formado por sistemas de órganos o aparatos que tienen orígenes y estructuras similares y están asociados en relación a ciertas funciones.

La **anatomía sistemática** se divide en: 1) **osteología**, que describe el esqueleto (huesos y cartílagos), cuya función está determinada para soportar y proteger las partes blandas del cuerpo; 2) la **sindeesmología** describe las articulaciones, cuyas funciones son movilizar los segmentos rígidos de los huesos y mantenerlos juntos con bandas fibrosas fuertes, conocidas con el nombre de *ligamentos*; 3) **miología**, que describe los músculos y estructuras accesorias que ponen los huesos y articulaciones en movimiento; 4) **esplacnología**, descripción de las vísceras (incluidos los aparatos digestivo, respiratorio y urogenital, además del peritoneo y glándulas carentes de conductos); 5) la **angiología**, que describe los órganos del aparato circulatorio (corazón, arterias, venas, vasos linfáticos y bazo); 6) **neurología**, descripción del sistema nervioso, encargado de controlar y coordinar los órganos y demás estructuras; 7) **órganos sensoriales**, que relacionan al individuo con el ambiente que lo rodea; 8) **integumento común**, encargado de proteger al cuerpo en forma de envoltura; sirve como sistema regulador de temperatura, relacionado con las sensaciones y la potencia limitada de excreción y absorción.

«Aunque la adquisición y organización del conocimiento anatómico es más fácil para el principiante si se sigue un orden por sistemas, el estudiante de los campos médicos debe estar continuamente atento para aprender las relaciones de las distintas partes entre sí, independientemente de las relaciones con la superficie del cuerpo, porque el propósito final de su estudio es visualizarlas to-

das dentro de los sujetos vivientes. Además de la disección del cuerpo, el estudio de la anatomía topográfica se lleva a cabo mediante el estudio de la anatomía superficial, anatomía por secciones y anatomía radiográfica.» (Goss, 1966.)

El término **anatomía topográfica** designa los métodos con que se determinan exactamente las posiciones relativas de las distintas partes del cuerpo. Presupone un conocimiento perfecto de la anatomía sistemática. Se designa **anatomía aplicada** la consideración de los hechos anatómicos en relación con la cirugía, el diagnóstico y otras ramas prácticas.

#### TERMINOS TOPOGRAFICOS

Con el fin de indicar de una manera exacta y precisa la posición y dirección de las distintas partes del cuerpo, se emplean ciertos términos descriptivos que deben ser conocidos desde el principio. Para la interpretación de estos términos debe quedar aquí sentado que se aplican a un cuadrúpedo en posición ordinaria de pie (fig. 1-1). La superficie dirigida hacia el plano de sustentación (el suelo) se denomina **ventral**, y la opuesta, **dorsal**; las relaciones de las distintas partes en estas direcciones se designan de conformidad con estos mismos nombres. El **plano longitudinal medio** divide el cuerpo en dos mitades similares. Una formación o superficie más próxima que otra al plano medio se dice que es **medial** (o interna) respecto de esta última, y una formación o superficie más alejada que otra del plano medio se dice que es **lateral** (o externa). Los planos paralelos al plano medio son **sagitales**. Los planos **transversales** o **segmentales** cortan el eje longitudinal del cuerpo perpendicularmente al plano medio o, aplicados a un órgano o miembro, lo cortan y forman ángulo recto con su eje longitudinal. Un **plano frontal** es perpendicular a los planos transversales y medio. Este término se usa en sentido similar con referencia a las partes de los miembros o de los órganos. El extremo del animal en que se halla la cabeza se designa como **anterior** o **craneal**, y el extremo en que se halla la cola, **posterior** o **caudal**. Se designan, de conformidad con esto, las relaciones de superficies o formaciones respecto al eje longitudinal del cuerpo. Respecto a las partes de la cabeza, los términos correspondientes son **rostral** y **caudal**. Ciertos térmi-

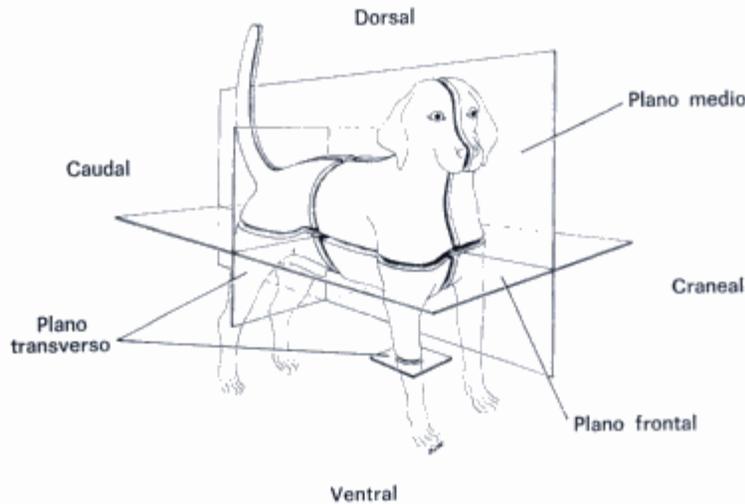


Fig. 1-1. Términos de posición y dirección.

nos se usan en sentido especial cuando se aplican a los miembros. Los términos **proximal** y **distal** expresan distancias relativas de algunas partes del cuerpo a partir de su eje longitudinal. Por debajo del carpo el término utilizado es **dorsal** y **palmar**, y por debajo del tarso, **dorsal** y **plantar**. Los términos **superficial** y **profundo** (*profundus*) son utilizados para indicar distancias relativas a partir de la superficie del cuerpo.

#### NOMENCLATURA (NAV, 1972)

«Hasta 1895 no hubo un consenso general sobre la nomenclatura en anatomía humana o veterinaria. Cada nación tenía su propio sistema de terminología, aunque había un criterio común que se había extendido a lo largo de la historia. Muchas estructuras tenían diferentes nombres en distintos países y muchas fueron nombradas según el hombre a quien se atribuyó la primera descripción. En muchos casos, el mismo órgano estaba asociado con los nombres de diferentes anatómicos de distintos países.» Desde entonces ha habido varias nóminas anatómicas humanas.

La primera Nómina Anatómica Internacional Veterinaria se publicó en 1968 (v. NAV, 1968 y 1972, para conocer los miembros y la historia de esta fundación).

«Los siguientes principios, que en líneas generales están de acuerdo con los de la NAV, han servido como guías en el trabajo del Co-

mité Internacional sobre Nomenclatura Anatómica Veterinaria (ICVAN):

- »1. Con muy pocas excepciones, cada concepto anatómico debe ser designado con un solo término.
- »2. Cada término deberá estar en la lista oficial en latín, pero los anatómicos de cada país son libres de traducir los términos oficiales latinos a sus respectivos idiomas.
- »3. Cada término será lo más corto y simple posible.
- »4. Los términos deben ser fáciles de recordar y tendrán, por encima de todo, un valor instructivo y descriptivo.
- »5. Las estructuras relacionadas topográficamente deberán tener nombres similares; por ejemplo, *arteria femoralis*, *vena femoralis*, *nervus femoralis*.
- »6. Los adjetivos de diferenciación deberán ser opuestos, como *major* y *minor*, *superficialis* y *profundus*.
- »7. No se utilizarán términos derivados de nombres propios (epónimos).

»Respecto a los términos de dirección se adoptaron los siguientes principios tras una larga deliberación: los términos *cranialis* y *caudalis* se aplican al cuello, tronco, cola y miembros (en éstos sólo hasta el extremo distal del antebrazo y cruce). Los términos *dorsalis* y *palmaris* se utilizan para las manos, y los *dorsalis* y *plantaris* para los pies. Para la cabeza se prefieren los términos *rostralis*, *caudalis*, *dorsalis* y *ventralis*, mejor

## 6 General

que los de anterior, posterior, superior e inferior, utilizados en algunas partes, como en el globo ocular, párpados y oído medio. Respecto a los términos *medialis* y *lateralis* se utilizan en todo el cuerpo, excepto que *axialis* y *abaxialis* designan los lados de los dedos en los animales domésticos distintos al caballo.

»Ninguna nomenclatura científica puede considerarse completa y permanente si el campo de la investigación continúa. La investigación en anatomía macroscópica de los animales domésticos es muy activa en todo el mundo y ha sido incrementada por el inte-

rés de los problemas planteados por la publicación de la NAV. Se espera que haya una serie de revisiones frecuentes.»

### BIBLIOGRAFIA

- Goss, C. M. 1966. Gray's Anatomy of the Human Body. 28th ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- Lint, J. G. de. 1926. Atlas of the History of Medicine. I. Anatomy. Lewis, London.
- Nomina Anatomica. 1966. 3rd ed. Excerpta Medica Foundation, Amsterdam.
- Nomina Anatomica Veterinaria. 1968. World Association of Veterinary Anatomists, Vienna.
- Nomina Anatomica Veterinaria. 1973. 2nd ed. World Association of Veterinary Anatomists, Vienna.
- Singer, C. 1957. A short history of anatomy and physiology from the Greeks to Harvey, Dover, New York.
- Vesalius, A. 1543. De Humani Corporis Fabrica (The workings of the human body).



## CAPITULO 2

# Osteología general\*

R. GETTY

El término **esqueleto** se aplica al armazón, de consistencia dura, que soporta y protege los tejidos blandos de los animales. En anatomía descriptiva de los animales superiores se aplica, de una manera restrictiva, a los huesos y cartílagos, aunque también pueden incluirse a los ligamentos que los unen entre sí.

En zoología, el término se usa en una aceptación mucho más extensa incluidas todas las estructuras de soporte y protección. Cuando estas organizaciones están situadas en la parte externa constituyen el **exosqueleto**, derivado del ectodermo. Constituyen un ejemplo de éstas los caparazones y cubiertas quitinosas de muchos invertebrados, las escamas de los peces, las conchas de las tortugas y las plumas, pelos y pezuñas de los vertebrados superiores. El **endosqueleto** (del cual trataremos en este capítulo) está rodeado de tejidos blandos. Deriva del mesodermo, a excepción del esqueleto primitivo axial o notocordio, que es de origen endodérmico.

El esqueleto se puede dividir en tres partes: 1) axial, 2) apendicular y 3) esplácnico.

El **esqueleto axial** comprende la columna vertebral, las costillas, el esternón y la calavera.

El **esqueleto apendicular** está constituido por los huesos de los miembros.

El **esqueleto esplácnico** o **visceral** está formado por varios huesos que se desarrollan en el parénquima de algunas vísceras u órganos blandos, por ejemplo, el *os penis* del perro y el *os cordis* del buey y la oveja.

\* Para conocer las funciones mecánicas y relaciones, véase en el capítulo 5 «Biostática y biodinámica».

El número de huesos del esqueleto de un animal varía según la edad, ya que existe durante el crecimiento una fusión de elementos óseos que están separados en el período fetal o en el animal joven; incluso en animales adultos de la misma especie se producen variaciones numéricas, por ejemplo, el tarso del caballo puede constar de seis o siete huesos, el carpo de siete u ocho. En todos los mamíferos domésticos varía considerablemente el número de vértebras caudales (coccígeas).

Los huesos (*ossa*) se dividen generalmente en cuatro clases según su forma y función. Esta clasificación no es totalmente satisfactoria, ya que algunos huesos, por ejemplo, las costillas, no están claramente clasificados y otros pueden hacerlo en distintos lugares.

**Huesos largos** (*ossa longa*). Son típicamente elongados, de forma cilíndrica y con sus extremidades ensanchadas. Se encuentran en los miembros donde actúan como columnas de soporte y de palanca. La parte cilíndrica, llamada *cunia* o cuerpo (*corpus*), es tubular y comprende la cavidad medular (*cavum medullare*), que contiene la médula ósea.

**Huesos planos** (*ossa plana*). En estos huesos predominan dos dimensiones. Presentan zonas suficientes para la inserción de músculos y protegen los órganos que cubren. En esta clasificación se incluye la escápula y muchos huesos de la calavera. Los huesos planos están formados por dos capas de hueso

compacto, de un tejido óseo esponjoso y de medula. La capa esponjosa de los huesos céfalícos se denomina **diploë**.

**Huesos cortos** (*ossa brevia*). Los huesos cortos, tales como los del carpo y tarso, presentan unas dimensiones similares en longitud, anchura y grosor. Su principal función parece que consiste en amortiguar los choques. Los huesos sesamoideos, que se desarrollan en las cápsulas de algunas articulaciones o en los tendones, pueden ser incluidos en este grupo. Disminuyen la fricción o cambian de la dirección de los tendones o aumentan el apalancamiento de músculos y tendones.

**Huesos irregulares.** En este grupo se incluyen huesos de forma irregular, como las vértebras y los huesos de la base del cráneo. Son huesos impares y situados en la línea media. Sus funciones son muy variadas y no están claramente especializados, como sucede con las clases señaladas antes.

## ESTRUCTURA DE LOS HUESOS

El hueso es una sustancia viva con vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. Durante su desarrollo, está sujeto a una serie de enfermedades y cuando se fractura es capaz de cicatrizar. Cuando los huesos no están en funcionamiento se hacen más débiles y delgados; sin embargo, cuando aumenta el peso que tiene que soportar se hipertrofian. Los huesos tienen un almacén orgánico de tejido fibroso y células. Las sales inorgánicas dan al hueso la rigidez y lo hacen opaco a los rayos X.

Los huesos sirven como armadura del cuerpo y como palancas para los músculos y los ligamentos, asimismo proporcionan protección a ciertas vísceras (p. ej., corazón, pulmones, encéfalo y medula espinal), contienen medula, que está en relación con la formación de células sanguíneas y almacenan minerales (p. ej., calcio y fósforo). Es considerado como un **órgano hemopoyético**, ya que es la fuente de hematíes, hemoglobina, leucocitos granulares y plaquetas.

El origen del hueso no ha sido aún estudiado completamente. Los biólogos, filósofos, antropólogos y aun teólogos han discutido y estudiado el origen de los huesos durante muchos años. Es importante que consideremos en este punto la contribución tan significativa que tienen los huesos para el cuerpo animal y humano.

Cuando estudiamos anatomía consideramos al hueso en estado normal. Sin embargo, el dolor es a menudo la manifestación principal de las enfermedades que afectan al hueso. Es importante estudiar las investigaciones de Trueta (1968) relativas al origen de los osteoblastos, la osteogénesis en paleontología, el mecanismo de calcificación, la esclerosis y dolor en los huesos, las fuerzas mecánicas y la forma de los huesos, el crecimiento y las glándulas endocrinas, así como las vitaminas para tener mayores detalles sobre el particular. La influencia directa de la presión y contrapresión y las fuerzas mecánicas que actúan sobre un hueso, en el sistema esquelético y en los mecanismos de locomoción, serán descritos con más detalle en el capítulo 5. La investigación sobre la ultraestructura y función de los huesos ha sido extensamente investigada desde 1958 (McLean).

La arquitectura del hueso puede ser mejor estudiada por medio de secciones longitudinales y transversas de piezas que han sido maceradas, con el fin de quitarles la mayor parte de la sustancia orgánica. Estas piezas demuestran que el hueso consta de una vaina externa de **sustancia compacta**, dentro de la cual se halla dispuesta la **sustancia esponjosa**. En los huesos largos el cuerpo está ahuecado para formar la **cavidad medular** (fig. 2-1).

La **sustancia compacta** difiere mucho, en cuanto a grosor, en distintas situaciones, de acuerdo con el esfuerzo y las violencias a que esté sujeto un hueso. En los huesos largos, la porción más gruesa corresponde al punto medio de la diáfisis o a su proximidad, y la más delgada corresponde a las extremidades. En esta última parte, la capa de sustancia compacta es muy delgada, siendo especialmente densa y lisa en las superficies articulares. Se encuentran engrosamientos circunscritos en los lugares que están sometidos a una mayor presión o tracción. El hueso compacto está compuesto de sustancia intersticial calcificada, **matriz ósea**, depositada en capas, llamadas **lamelas**. A lo largo de la sustancia intersticial y uniformemente espaciada, se encuentran unas cavidades llamadas **lagunas**. Estas cavidades están llenas por una célula ósea u **osteocito**. A partir de la laguna, parten, en todas direcciones y en forma radial, unos túbulos estrechos que penetran en la sustancia intersticial lamelar y que reciben el nombre de **canalículos**. Estos canalículos se anastomosan con los de las lagunas adyacentes y se forma un sistema continuo de ca-

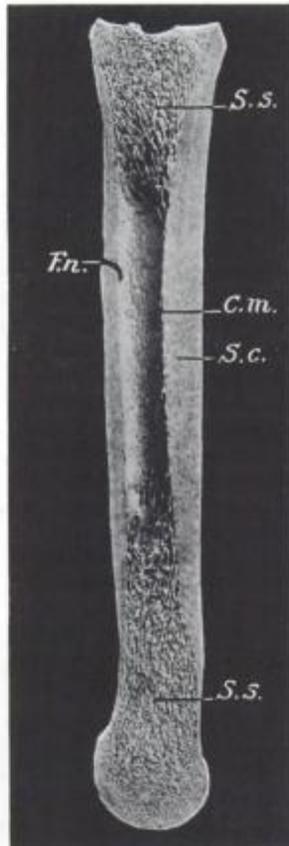


Fig. 2-1. Corte sagital del metatarsiano mayor del caballo (derecho).

*C.m.*, cavidad medular; *F.n.*, foramen nutricio; *S.c.*, sustancia compacta; *S.s.*, sustancia esponjosa. Obsérvese el profundo espesor de la sustancia compacta de la porción anterior de la diáfisis.

vidades o pasajes que son esenciales para la nutrición de las células óseas. Por el contrario, las **células cartilaginosas** obtienen su nutrición a través de una matriz hialina semejante al gel. La superposición de sales cálcicas en la sustancia intersticial del hueso reduce su permeabilidad y por ello nace la necesidad de unos canales vasculares. La mayoría de las lamelas de los huesos compactos están situadas concéntricamente alrededor de los canales vasculares longitudinales. Estas estructuras cilíndricas reciben el nombre de **sistema haversiano** u **osteones**. Varían de tamaño y, al corte transversal, el sistema haversiano semeja anillos concéntricos alrededor de una abertura circular.

Los canales vasculares, en un hueso compacto, están orientados en relación con la es-

tructura lamelar del hueso. Los canaliculos longitudinales en el centro de los sistemas haversianos reciben el nombre de **canales haversianos** o **canales nutritivos**. Contienen uno o dos vasos sanguíneos y se hallan conectados entre sí, comunicados con la cavidad medular y con la superficie a través de los canales transversos, **canales de Volkmann**. Estos últimos no se disponen concéntricamente alrededor de la lamela, pero atraviesan el hueso en un ángulo perpendicular u oblicuo a ésta. Los vasos sanguíneos del *periostium* y del *endostium* comunican con el sistema haversiano a través de los canales de Volkmann.

La **sustancia esponjosa** está formada de finas laminillas y espículas, que se entrecruzan en distintas direcciones (fig. 2-2). Su disposición depende de las exigencias mecánicas, de forma que pueden reconocerse sistemas de compresión y tracción dependientes, respectivamente, de las líneas de compresión y de las tracciones ejercidas por ligamentos y tendones. Los espacios existentes entre las laminillas se encuentran ocupados por la medula y se denominan **espacios medulares**. La sustancia esponjosa forma la parte principal de los huesos cortos y de las extremidades de los largos; en estos últimos no está confinada a las extremidades, sino que se ex-

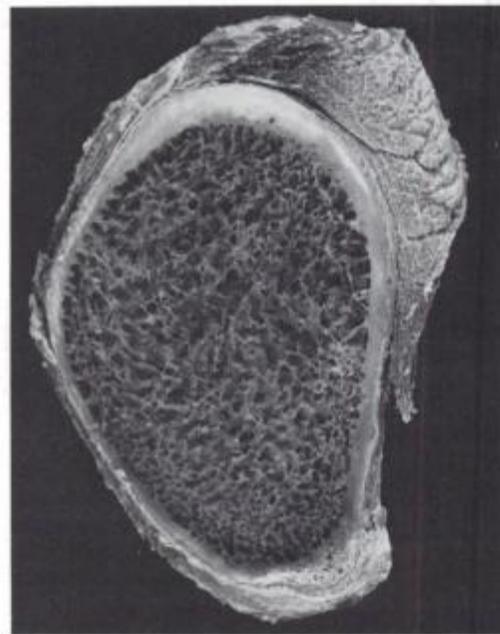


Fig. 2-2. Sección transversal del húmero izquierdo del caballo.

Copyrighted material

tiende a una distancia variable de las diáfisis. Algunos huesos contienen espacios llenos de aire en el interior de la sustancia compacta, en vez de sustancia ósea esponjosa y medula, y reciben el nombre de **huesos neumáticos**. Estas cavidades se denominan también **senos** y están revestidas de membrana mucosa; comunican indirectamente con el aire atmosférico. En ciertas ocasiones, las dos capas compactas de los huesos planos no se encuentran separadas por tejido óseo, sino que están fusionadas entre sí; en alguno de estos casos el hueso es tan delgado que parece ser translúcido o puede ser reabsorbido y ocasionar una pérdida de sustancia.

Los huesos planos de la cavidad craneana y de sus regiones laterales se componen de una capa externa de sustancia compacta, ordinaria, denominada **lámina externa**, y de una capa interna de hueso muy denso llamada **lámina interna** o *tabula vitrea*; entre ambas existe una acumulación variable de tejido óseo esponjoso que recibe el nombre de **diploé**.

El **periosteum** es la membrana que reviste la superficie externa de los huesos, a excepción de la cubierta cartilaginosa. Está formada por una capa de tejido conectivo especializado, con gran potencia osteogénica. Las áreas epifisarias de los huesos largos, que están cubiertas con cartílago articular, carecen de **periosteum**. Está compuesto por una capa fibrosa protectora externa y una capa osteogénica celular interna. Durante el crecimiento activo, la capa osteogénica está bien desarrollada, pero después queda muy reducida. La capa fibrosa varía considerablemente de grosor y, por lo general, es gruesa en los lugares más expuestos. La adherencia del **periosteum** al hueso difiere también mucho en las distintas regiones; por lo general es muy tenue y fácilmente desplegable en los lugares cubiertos con abundante tejido muscular poco o nada adherido. El grado de vascularización está en relación con la actividad del **periosteum**.

El **endosteum** es una membrana fibrosa delgada que recubre la cavidad medular y los canales haversianos (canales nutritivos del hueso).

La **medula** (*medulla ossium*) ocupa el intersticio de los huesos esponjosos y la cavidad medular de los huesos largos. Hay dos variedades en el adulto —roja y amarilla. En los animales jóvenes solamente hay **medula roja** (*medulla ossium rubra*), pero después es reemplazada en la cavidad medular

por la **medula amarilla** (*medulla ossium flava*). La medula roja contiene varios tipos de células características y es una sustancia formadora de sangre, mientras que la amarilla es casi en su totalidad tejido adiposo. La medula amarilla está formada por los cambios regresivos de la medula roja, entre los que se incluye la infiltración grasa y degeneración de las células características; por tanto, podemos encontrar varios estados transicionales. En los animales viejos o criados en condiciones precarias, la medula puede sufrir una degeneración gelatinosa, dando lugar a la formación de medula gelatinosa. La medula roja persiste en el esternón durante toda la vida, por ello es un lugar conveniente para las punciones con fines exploratorios (Calhoun, 1954, a y b, 1955).

**Vasos y nervios.** Los huesos poseen gran cantidad de vasos sanguíneos y normalmente existen dos series de arterias, las **periosteales** y las **medulares**. Las primeras se ramifican en el **periosteum** y generan una gran cantidad de ramas pequeñas que entran en los pequeños orificios (canales de Volkmann), sobre la superficie, y llegan a los canales haversianos (nutricios) de la sustancia compacta. Otras ramas penetran en las extremidades de los huesos largos e irrigan el tejido esponjoso y la medula en él contenida. En el caso de los huesos largos la **arteria medular** o **nutriente** (arteria nutricia) penetra en el llamado orificio nutricio, pasa por un canal a través de la sustancia compacta y se ramifica por la medula. Unas pequeñas ramas de los vasos periosteales irrigan el hueso compacto. Los vasos metafisiales y epifisiales que surgen de las arterias cerca de la articulación, **arterias articulares**, irrigan el hueso esponjoso y la medula en las partes extremas del hueso.

Los estudios clínicos, experimentales e histológicos (Gardner, Gray y O'Rahilly, 1969) indican que el flujo sanguíneo a través de los huesos compactos y normales del animal adulto discurre hacia fuera, es decir, el sistema arterial medular va a los capilares de la parte compacta, de aquí a los capilares del **periosteum** y a los músculos que allí se encuentran adheridos. Las grandes **venas** del hueso esponjoso no acompañan, como es normativo, a las arterias, emergen principalmente cerca de las superficies articulares. Estas venas carecen de válvulas. Los **vasos linfáticos** forman canales perivasculares en el **periosteum** y en los canales haversianos de la

sustancia compacta. Se disponen en una fina red subperióstica, a partir de la cual derivan vasos más importantes que en general acompañan a las venas. En la periferia de la medula existen espacios linfáticos.

Las **fibras nerviosas** acompañan a los vasos sanguíneos del hueso. Algunas de las fibras son vasomotoras; sin embargo, algunas son sensoriales. El *periosteum* es especialmente sensible a la tracción o torsión. Ciertas terminaciones encapsuladas en el *periosteum* son propioceptivas y probablemente están relacionadas con los sentidos de posición muscular.

### DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LOS HUESOS

El primitivo esqueleto embrionario está formado de cartilago y tejido fibroso del cual se desarrolla el hueso. Este proceso se denomina **osificación** u **osteogénesis** y está realizado esencialmente por células productoras de hueso llamadas **osteoblastos**. «Cualquier célula que tenga la propiedad de ser capaz de depositar una matriz que se calcifique, sin morir en el proceso, es un osteoblasto» (Trueta, 1968). Es muy corriente designar a los huesos que se desarrollan del tejido fibroso, como **huesos membranosos**, y a los que se forman del cartilago, como **huesos cartilaginosos**. Los principales huesos membranosos son los de la bóveda craneana, regiones laterales y la mayor parte de los huesos de la cara. En consecuencia, la mayoría de los huesos del esqueleto son cartilaginosos. Distinguiremos, en vista de lo dicho, **osificación intramembranosa** y **endocondral**. El hueso que se forma directamente en el tejido primitivo conectivo recibe el nombre de osificación intramembranosa y el que se forma de los cartílagos preexistentes se llama de osificación intracartilaginosa o endocondral. La osificación intramembranosa es la forma más simple de formación ósea. La osificación intracartilaginosa comprende el mismo proceso de la formación del hueso intramembranoso, pero es precedida por un período de erosión del cartilago antes de que empiece la formación ósea. Los detalles de estos dos procesos pueden encontrarse en cualquier texto de histología o embriología. Los huesos de la base del cráneo, de la columna vertebral, de las vértebras y de las extremidades se denominan «cartilaginosos», porque primeramente son formados por un cartilago hialino. El

crecimiento en longitud de los huesos largos depende de la osificación endocondral. Sin embargo, su crecimiento en diámetro es el resultado de la deposición de nuevo hueso membranoso por debajo del *periosteum*. «El hueso compacto que forma el eje de un hueso largo, es casi en su totalidad el producto de una osificación intramembranosa superioital» (Bloom y Fawcett, 1968).

En la **osificación intramembranosa**, el proceso empieza por un **núcleo de osificación** (*punctum ossificationis*), donde los osteoblastos circundan un depósito del hueso. El proceso se extiende desde este punto a la periferia del futuro hueso, formando una red de trabéculas óseas. Las trabéculas se engrosan rápidamente y se unen unas a otras, para formar una superficie ósea que se separa del hueso adyacente por un tejido fibroso persistente. La parte superficial del tejido originario se convierte en *periosteum* y, en la cara profunda de éste, los osteoblastos forman capas sucesivas de hueso hasta que alcanza su grosor definitivo. En la osificación del tejido fibroso circundante se producen aumentos continuos hasta que el hueso presenta su tamaño característico.

En la **osificación endocondral** el proceso es generalmente el mismo, aunque un poco más complicado. Los osteoblastos emigran de la parte profunda del pericondrio o *periosteum* primitivo hasta el cartilago y producen la calcificación de la matriz o sustancia primitiva de esta última. En el área de calcificación penetran vasos sanguíneos, las células cartilaginosas se encogen y desaparecen, formando las cavidades medulares primarias que se encuentran ocupadas por tejido osteogénico. Este forma una especie de andamiaje de trabéculas calcáreas en el que el hueso es construido por los osteoblastos. Al mismo tiempo, los osteoblastos del *periosteum* primitivo forman el hueso pericondral. El cartilago calcificado es destruido y absorbido por la acción de unas células anchas llamadas **osteoclastos**, y reemplazado por hueso depositado por los osteoblastos. Por otra parte, los osteoclastos absorben el hueso primitivo, con lo cual se producen las cavidades medulares; con ello, en el caso de los huesos largos, el hueso esponjoso central primitivo es prácticamente absorbido para formar la cavidad medular del eje y persistir principalmente en sus extremidades. La destrucción de la parte central y la formación del *periosteum* continúan hasta que la diáfisis del hueso ha completado su desarrollo.

Cada uno de los huesos largos está formado por cuerpo y dos extremidades. El cuerpo o parte central es conocido como **diáfisis** y las extremidades de los huesos largos se conocen con el nombre de **epífisis**. Los extremos epifisiales de un hueso largo en crecimiento son cartilagosos, o si ha empezado la osificación epifisial están separados del cuerpo por un disco epifisial cartilaginoso. La parte del cuerpo próxima al disco epifisial contiene una zona de crecimiento y el hueso que se está formando se llama **metafisial**.

El tejido óseo de la metafisis y de la epífisis es continuo en el adulto. En la superficie articular de las epífisis de los huesos largos, la capa cortical delgada de hueso compacto se convierte, mediante un cartilago hialino, en el **cartilago articular**.

Los huesos largos se desarrollan a partir de **tres** puntos primarios de osificación: uno, que aparece primero, para la diáfisis o cuerpo, y uno para cada una de las epífisis o extremidades. Muchos huesos tienen centros secundarios a partir de los cuales dan lugar al desarrollo de eminencias o apófisis (figuras 3-1, 15-27, 15-28, 15-37, 15-89 y 15-90).

Lo antedicho es válido para el crecimiento del hueso, en lo que a anchura y espesor se refiere, pero no en cuanto a longitud. El incremento longitudinal se puede explicar esquemáticamente de la siguiente forma: En cada extremo de la diáfisis se encuentra una capa de cartilago en actividad llamado **cartilago epifisario** y que se halla interpuesto entre la diáfisis y la epífisis. Es evidente, que en tanto dicho cartilago persista y crezca, puede continuar formándose a sus expensas hueso nuevo y el incremento en longitud será, por tanto, posible. Cuando el cartilago epifisario cesa de crecer, se osifica, el hueso se consolida y ya no es posible un aumento ulterior de su longitud. Esta fusión se produce normalmente en periodos definidos para cada hueso y es importante conocer la época habitual en que ello ocurre, al menos en los huesos largos de las extremidades, particularmente para la interpretación adecuada de la anatomía radiográfica. En el caso de los huesos membranosos su crecimiento concéntrico se hace por la osificación y neoformación del tejido fibroso circundante.

Después que los huesos han alcanzado su tamaño definitivo, el *periosteum* se reduce y se vuelve inactivo, al menos en lo que concierne a su capa osteogénica; la función osteogénica puede ser estimulada por varias causas, como suele observarse en la

curación de las fracturas y en la formación de engrosamientos óseos.

En el esqueleto se producen cambios profundos después del nacimiento, sobre todo durante el período de crecimiento los huesos son mucho más plásticos de lo que uno pudiera imaginarse. Por ejemplo, en el potro recién nacido, los huesos del metacarpo y metatarso son relativamente largos, mientras que la escápula y el húmero son cortos; de modo que, en general, las diáfisis de los huesos largos son más delgadas cuando se comparan con las de los huesos de las extremidades. Las distintas prominencias son mucho menos acentuadas que en el adulto y faltan muchas de las pequeñas asperezas existentes en la superficie; por ello los huesos son relativamente más lisos. El período de crecimiento puede considerarse como terminado cuando se unen las extremidades y las diáfisis de los huesos largos y con la fusión de las distintas partes de los otros huesos. Durante la vida adulta, los cambios en el esqueleto se operan por lo general muy lentamente, ello consiste en la acentuación de las eminencias y depresiones y la aparición de otras más pequeñas. Estas impresiones secundarias están generalmente relacionadas con las inserciones musculares, con la de los tendones y ligamentos y son producidas por la presión que ejercen los distintos órganos sobre los huesos. Posteriormente, y a lo largo de la vida, la osificación invade más o menos extensivamente los cartilagos y las uniones de los tendones y los ligamentos. Las modificaciones seniles en los huesos consisten en la disminución de la materia orgánica y una rarefacción del tejido óseo, por lo cual los huesos se vuelven frágiles y más fáciles de fracturar.

#### PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LOS HUESOS

Los huesos secos están formados de **materia orgánica e inorgánica**, en una proporción aproximada de 1:2. La materia animal proporciona al tejido óseo solidez y elasticidad, y la mineral le transmite dureza. Si mediante el calor se extrae la materia orgánica de un hueso, su forma general no experimenta variación, pero se reduce su peso en un tercio y se hace muy frágil. Inversamente, la descalcificación, aunque no afecta a la forma ni a las dimensiones del hueso, lo hacen blando y moldeable. La materia orgánica (oseína) produce al hervir gelatina. La porción orgánica del hueso está principalmente formada por una proteína llamada «colágeno» óseo u oseína. El hueso propiamente dicho es una variedad de tejido conectivo, duro y blanco, y contiene unas células peculiares. La dureza del hueso se debe a la deposición de las sales minerales dentro de la matriz orgánica blanda. Además del agua contenida en el hueso, éste tiene dos componentes principales: 1) el armazón orgánico y 2) las sales minerales inorgánicas (cenizas óseas). Entre las fibras

colágenas se encuentra un fluido que recuerda al líquido hístico y que es una sustancia amorfa. La siguiente tabla presenta la composición media, referida a 100, de un hueso de buey:

Gelatina	33,30
Fosfato de cal	57,35
Carbonato de cal	3,85
Fosfato magnésico	2,05
Carbonato y cloruro sódicos	3,45
	100

Un hueso fresco tiene un color blanco amarillento; cuando se macera o hierve se hace más blanco. La gravedad específica del hueso fresco es de alrededor de 1,9. Es muy duro y resistente a la presión. Su fuerza de compresión es de 1.400 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente y su fuerza de tensión media es de unos 1.054 kg/cm<sup>2</sup>, mucho más alta que la del roble.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bloom, W., and D. W. Fawcett. 1968. A Textbook of Histology. 9th ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company.
- Calhoun, M. L. 1954a. A cytological study of costal marrow. I. The adult horse. *Am. J. vet. Res.* 15:181-196.
- Calhoun, M. L. 1954b. A cytological study of costal marrow. II. The adult cow. *Am. J. vet. Res.* 15:395-404.
- Calhoun, M. L. 1955. A cytological study of costal marrow. III. Hemograms of the horse and cow. *Am. J. vet. Res.* 16:297-303.
- Campbell, J. R. 1968. Radiology of the epiphysis. *Vet. Radiology* 9:11-20.
- Evans, F. G. 1957. Stress and Strain in Bones: Their Relation to Fractures and Osteogenesis. Springfield, Ill., Charles C Thomas.
- Gardner, E., D. J. Gray and R. O'Rahilly. 1969. Anatomy. A Regional Study of Human Structure, 3rd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company.
- Hughes, H. 1952. The factors determining the direction of the canal for the nutrient artery in the long bones of mammals and birds. *Acta anat.* 15:261.
- McLean, F. C. 1958. The ultrastructure and function of bone. *Science* 127:451-456.
- McLean, F. C., and M. R. Urist. 1955. Bone: An Introduction to the Physiology of Skeletal Tissue. Chicago, University of Chicago Press.
- Phemister, D. B. 1935. Bone growth and repair. *Ann. Surg.* 102:261.
- Rodahl, K., J. T. Nicholson and E. M. Brown. 1960. Bone as a Tissue. New York, McGraw-Hill Book Co.
- Smith, R. N. 1968. The developing skeleton. *Vet. Radiology* 9:30-36.
- Steindler, A. 1955. Kinesiology. Springfield, Ill., Charles C Thomas.
- Trueta, J. 1968. Studies of the Development and Decay of the Human Frame. Philadelphia, W. B. Saunders Company.
- Weinmann, J. P., and H. Sicher. 1947. Bone and Bones: Fundamentals of Bone Biology. St. Louis, The C. V. Mosby Co.

El lector notará que en este capítulo general no se describen todos los huesos, sólo se han elegido los que son complejos o que requieren una explicación o definición debida a la nomenclatura de la NAV (1968), así como también aquellos que tienen un modelo similar de forma con los de los mamíferos enumerados en este texto. Se ha seguido este método con el fin de reducir redundancias entre las distintas especies.

#### COLUMNA VERTEBRAL

La **columna vertebral** está formada por una serie de huesos que reciben el nombre de **vértebras**. Consiste en una cadena de huesos medios, no pares, irregulares, que se extienden desde la calavera al final del rabo. En los adultos, ciertas vértebras se llegan a fusionar para formar una masa ósea simple con la que se articula el cinturón pelviano. Las vértebras así fusionadas se llaman **fijas** (o «falsas»), para distinguirlas de las vértebras **móviles** (o verdaderas).

Para su más fácil descripción, la columna vertebral se divide en cinco regiones, que se designan según la parte del cuerpo en la que queden situadas las vértebras. Así, las vértebras se denominan **cervicales**, **torácicas**, **lumbares**, **sacras** y **caudales** (coxígeas). La primera vértebra de la porción caudal del tórax o la primera lumbar, que tiene su proceso espinoso perpendicular al cuerpo de la vértebra, se llama vértebra anticlinal. Las espinas de las vértebras precedentes están inclinadas caudalmente.

El número de vértebras para cada especie es constante en todas las regiones, excepto en la última, de forma que la **fórmula vertebral** se puede expresar (p. ej., para el caballo) del siguiente modo:



Las vértebras de cada región poseen caracteres que permiten diferenciarlas de las de otras regiones. Algunas vértebras poseen características que permiten reconocerlas con más o menos facilidad. Todas las vértebras típicas tienen un plan común de estructura, que debe conocerse en primer término. Una vértebra está formada de **cuerpo**, **arco** y **apófisis** (fig. 2-3).

El **cuerpo** (*corpus vertebrae*) es una masa más o menos cilíndrica a la que se unen las otras partes. La extremidad craneal (*extremitas cranialis* [*caput vertebrae*]) y la caudal (*extremitas caudalis* [*fossa vertebrae*]) se unen con las vértebras adyacentes por medio de discos fibrocartilaginosos e intervertebrales que en general son convexos y cóncavos, respectivamente. La superficie dorsal es plana y contribuye a la formación del **canal vertebral**, mientras que la superficie ventral es redondeada lateralmente y se halla en relación con los músculos y vísceras. En la región torácica, el cuerpo presenta dos pares de facetas (*fovea costales*) en sus extremida-

vículas en los animales que poseen estos huesos. Su extremidad craneal, el **manubrio del esternón** (*presternum*), está afectada especialmente por ese último factor, siendo ancha y fuerte cuando las clavículas están bien desarrolladas y se articulan con él (como sucede en el hombre), relativamente pequeña y comprimida lateralmente cuando dichos huesos faltan (como en el caballo) o son rudimentarios (como en el perro). Los cartílagos del primer par de costillas se articulan con esta parte del esternón. El **cuerpo** o mesosternón (*corpus sterni*) presenta lateralmente, en el punto de unión de los segmentos, caritas cóncavas (incisuras costales), que sirven para la articulación con los cartílagos de las costillas esternales. La extremidad caudal (metasternón) presenta la **apófisis xifoideas**. Una **placa cartilaginosa** (*cartilago xiphoidea*) se extiende caudalmente a partir del proceso xifoideo. Puede ser delgado o ancho como en el caballo y buey, o estrecho y corto como en el perro.

## TORAX

El **esqueleto del tórax** comprende dorsalmente las vértebras torácicas y las costillas, lateralmente los cartílagos costales y ventralmente el esternón. La **cavidad torácica** recuerda en su forma un cono truncado irregular; se halla comprimida lateralmente, sobre todo en su parte craneal, y la pared dorsal o techo es mucho más larga que la pared ventral o suelo. La **abertura craneal** u orificio de entrada está limitada dorsalmente por el primer par de costillas y cartílagos costales y ventralmente por el manubrio del esternón. La **abertura caudal** se encuentra limitada por la última vértebra torácica, último par de costillas, los arcos costales y la parte craneal del cartílago xifoideos\*.

## HUESOS DEL MIEMBRO TORACICO (OSSA MEMBRI THORACICI)

La extremidad torácica consta de cuatro segmentos principales: cinturón escapular, brazo, antebrazo y mano.

El **cinturón escapular** (*cingulum membri thoracici*), cuando está completamente desa-

rollado, lo forman tres huesos: la **escápula** (u omóplato), el **coracoides** (en el pollo) y la **clavícula** (hueso del collar). En los mamíferos domésticos, sólo la escápula, hueso ancho y plano, está bien desarrollada y el pequeño elemento coracoides se halla fusionado con ella, mientras la clavícula o falta por completo o existe sólo reducida a un pequeño tubérculo enclavado en el músculo braquiocéfálico. Por tanto, no existe articulación entre el cinturón escapular y el esqueleto axial.

El cinturón escapular se halla completamente desarrollado en las aves y en los mamíferos superiores (monotremas). En los mamíferos superiores, el coracoides queda reducido a la apófisis coracoides de la escápula y el desarrollo de la clavícula está en consonancia con las funciones de los miembros. En los cuadrúpedos, tales como el buey y el caballo, en que los miembros anteriores sólo sirven para el sostén y la locomoción, las clavículas están ausentes. Otros animales que utilizan estos miembros para escarbar, trepar, etc. (hombre, topo, mono), poseen clavículas bien desarrolladas que ponen en relación la escápula con el esternón.

El **brazo** (*brachium*) contiene un solo hueso largo, el **húmero** (o hueso del brazo). La extremidad distal del húmero está formada por el **cóndilo humeral\***, **epicóndilo medio** y **epicóndilo lateral**. Los términos *capitulum humeri* y *trochlea humeri* se utilizan en el hombre, el perro y el gato. El *capitulum humeri* es una superficie articular lateral pequeña del extremo distal que se articula con la cabeza del radio. El término *trochlea humeri* se aplica a la porción larga localizada medialmente en forma de polea para el hombre, el perro y el gato. Sin embargo, en el caballo, rumiantes y cerdo, el término *trochlea humeri* puede ser utilizado para ambos cóndilos, medio y lateral. El término cóndilo humeral incluye las zonas articulares, el olécranon y la fosa radial. La fosa radial es el término preferido que se utilizaba anteriormente como «fosa coronoides», ya que la cabeza del radio entra en esta depresión; solamente en el hombre y en el gato es el proceso coronoides del cúbito el que se acomoda en las fosas separadas medial (fosa coronoides) a la fosa radial (figuras 15-33 y 15-34).

En el **antebrazo** (*antebrachium*) se encuentran dos huesos, el **radio** y el **cúbito**. Varían en cuanto a tamaño relativo y a movilidad. En el caballo y el buey, los dos huesos están fu-

\* Es interesante señalar que el diafragma (que forma el tabique de separación entre las cavidades torácica y abdominal) no sigue los arcos costales en sus inserciones caudales, de modo que las costillas caudales contribuyen también a la formación de la pared abdominal.

\* El término de la NAV *condylus humeri* se refiere a la totalidad del extremo distal del hueso, la cual se divide en cóndilos medio y lateral.

Tabla 2-1. Huesos carpianos presentes en las diferentes especies

Hueso	Equino	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Canino	Felino
Carpo radial	X	X	X	X	X	X	X
Intermedio						X	X
Carpal intermedio	X	X	X	X	X		
Carpo cubital	X	X	X	X	X	X	X
Accesorio del carpo	X	X	X	X	X	X	X
Primer carpiano	(inconst.)				X	X	X
Segundo carpiano	X				X	X	X
Tercer carpiano	X				X	X	X
Cuarto carpiano	X	X	X	X	X	X	X
Segundo y tercer carpiano		X	X	X			

sionados y la parte distal del miembro está fija en posición de pronación. El radio se halla colocado cranealmente y soporta el peso. El cúbito está sólo bien desarrollado en su parte proximal, donde forma una palanca para los músculos extensores del codo. En el cerdo, el cúbito es el más ancho y largo de los dos huesos, pero está íntimamente unido a la parte caudal del radio. En el perro, el cúbito también está bien desarrollado y es posible que exista un pequeño movimiento entre estos dos huesos.

La **mano**, homólogo de la mano del hombre, está subdividida en tres regiones: **carpo**, **metacarpo** y **dedo** o **dedos**.

El **carpo**, que equivale a la muñeca del hombre, contiene un grupo de huesos pequeños, los *ossa carpi*. Normalmente son ocho y se encuentran dispuestos en dos filas transversas: una proximal y otra distal. Los huesos de la fila proximal, nombrados desde la parte ra-

dial a la cubital (de dentro afuera), son el **carpo radial**, el **intermedio del carpo**, el **carpo cubital** y el **accesorio del carpo**. Los huesos de la fila distal se designan numéricamente en la misma dirección como los huesos carpianos primero, segundo, tercero y cuarto. En la tabla 2-1 se indican los huesos carpianos presentes en las diferentes especies; la tabla 2-2 indica los sinónimos para los distintos huesos.

El **metacarpo** contiene normalmente cinco huesos metacarpianos (*ossa metacarpalia* I a V), uno para cada dedo; se trata de huesos largos que se designan numéricamente desde el lado radial al cubital (es decir, de dentro afuera). Esta disposición se encuentra en el perro, aunque el I metacarpiano es mucho más pequeño que los otros y el II y el V están algo reducidos. En otros animales, se encuentran otras reducciones, la base de la diferenciación está entre los perisodáctilos y

Tabla 2-2. Sinónimos utilizados para los huesos carpianos (*ossa carpi*)

NAV (1968)	Nómina Anatómica (1966) y NAV alternante (1968)	Gray (Goss, 1966)	McFadyean (1953)
<i>Os carpi radiale</i>	<i>Os scaphoideum</i>	escafoides o navicular	escafoides o radiocarpiano
<i>Os carpi intermedioradiale</i> ( <i>os scapholunatum</i> ) (Ca)	<i>Os lunatum</i>	lunar o semilunar	lunado o intermediario
<i>Os carpi intermedium</i>	<i>Os triquetrum</i>	triangular o cuneiforme	cuneiforme o carpocubital
<i>Os carpi ulnare</i>	<i>Os pisiforme</i>	pisiforme	accesorio o pisiforme
<i>Os carpi accessorium</i>	<i>Os trapezium</i>	trapezio o multiangular	trapezio
<i>Os carpale I</i>		mayor	
<i>Os carpale II</i>	<i>Os trapezoideum</i>	trapezoide o multiangular	trapezoides
		menor	
<i>Os carpale III</i>	<i>Os capitatum</i>	magno o capitado	magno
<i>Os carpale IV</i>	<i>Os hamatum</i>	unciforme o hueso ganchoso	unciforme
<i>Os carpale II y III (Ru)</i> ( <i>os trapezoideo-capitatum</i> )			

La tabla anterior, de sinónimos utilizados comúnmente, se incluye para compararla con los utilizados en anatomía humana. El hueso carpiano central es omitido, ya que no es un elemento separado en los animales que se consideran en este texto.

los artiodáctilos. En el caballo faltan el I y el V metacarpianos; el III es el hueso ancho metacarpiano que sirve de sostén y lleva aparejado el único dedo, mientras el II y el IV están muy reducidos. En los animales artiodáctilos (buey, carnero, cerdo), los metacarpianos III y IV son los principales y llevan aparejados unos dedos bien desarrollados; en el buey y el carnero se encuentran fusionados. Los otros están reducidos en grado variable o faltan, como se verá más adelante en las descripciones especiales.

Los **dedos** son homólogos a los del hombre y típicamente hay cinco. Se designan numéricamente desde el borde radial al borde cubital, igual que ya hemos visto para los metacarpianos. Se encuentran en número completo en el perro, mientras que en el buey y el cerdo el III y el IV están bien desarrollados y soportan el peso, el II y el V son rudimentarios. El caballo de hoy día tiene un solo dedo, que es el III de los de sus antepasados pentadáctilos. El esqueleto de un dedo completamente desarrollado consta de tres **falanges** y de algunos huesos sesamoideos. La **falange proximal** (primera) se articula con el correspondiente hueso metacarpiano y con la **falange media** (segunda), distalmente. La **falange distal** (tercera) está incluida en la pezuña o garra y se modifica en consonancia con ella. Los **huesos sesamoideos** se desarrollan a lo largo de los tendones o en las cápsulas articulares en los puntos en que existen mayores presiones. En el lado flexor de la articulación metacarpofalángica, se encuentran dos sesamoideos proximales que forman una polea para el tendón flexor. El sesamoideo distal se halla colocado de una manera similar entre las falanges media y distal; faltan en el perro que presenta un pequeño sesamoideo en el lado extensor de la unión de la articulación metacarpofalangiana y a menudo también en la articulación interfalangiana proximal.

Se conocen muchos casos de presencia de dedos supernumerarios (hiperdactilia) en el caballo y otros animales (Sisson y Getty, 1968). Por otra parte, en algunos cerdos, los dos dedos principales están fusionados y esta disposición (síndactilia) parece que es hereditaria.

#### HUESOS DE LA EXTREMIDAD PELVIANA (OSSA MEMBRI PELVINI)

La extremidad pelviana, igual que la torácica, consta de cuatro segmentos: **cinturón pelviano, muslo, pierna y ple.**

El **cinturón pelviano** (*cingulum membri pelvini*) está formado por el *os coxae* (**hueso de la cadera**), que por su región ventral se une con el hueso del lado opuesto y forma la  **sínfisis pélvica** y por su región dorsal se articula, muy sólidamente, con el sacro. Los dos huesos coxales, junto con el sacro y las primeras vértebras caudales, constituyen los **huesos de la pelvis**. Su pared dorsal o techo está formado por el sacro y las primeras vértebras caudales, y su pared ventral o suelo lo componen los huesos pubis e isquion. Las paredes laterales están formadas por el ilion y la parte acetabular del isquion. La falta de esqueleto en este lugar está suplida por la presencia de los ligamentos sacrotuberales y los músculos semimembranosos (fig. 16-15).

La **abertura craneal**, o entrada de la pelvis, está limitada por la **línea terminal** o ala, que dorsalmente es la base del sacro, lateralmente por las **líneas arqueadas** (iliopectínea) y ventralmente por el *pecten ossis pubis* (pubis).

Los *os coxae* (hueso coxal) (figs. 15-70, 15-71 y 15-74). Este hueso de la cadera o innominado es el mayor de los huesos planos. Está constituido por tres partes, **ilion, isquion y pubis**, cuyos cuerpos se reúnen para formar el **acetabulum**, una gran cavidad cotiloidea que se articula con la cabeza del fémur. Estas tres partes se hallan fusionadas, antes de completarse el crecimiento, pero se consideran separadamente por conveniencias de la descripción (se definirán con detalle en los capítulos respectivos de las especies). La unión de las tres partes se encuentra alrededor de la cavidad articular en forma de copa y se denomina *acetabulum*. El ilion es la porción más ancha, extendido cranealmente desde el acetábulo y está situado en la pared lateral de la pelvis; el isquion se extiende caudalmente desde el acetábulo y se sitúa en la parte caudal de la pared ventral de la pelvis; el pubis se coloca medianamente a partir del acetábulo hasta el hueso del lado opuesto, forma la sínfisis púbica y ocupa la parte craneal de la pelvis.

El **ilion** (*os ilion*) se divide en dos partes, el **cuerpo** (*corpus ossis ilii*) y las **alas** (*ala ossis ilii*). El cuerpo forma parte del acetábulo y se continúa con las superficies pélvicas del isquion y del pubis. Las alas son las porciones más extendidas y presentan dos superficies, una cresta y dos espinas. La superficie externa o glútea (*facies glútea*) es lisa, cóncava y limitada por la cresta y las espinas dorsal y ventral. La superficie se encuentra cruzada por un número variable de líneas glúteas,

## Sindesmología general (artrología) \*

R. GETTY

Una **articulación** (*articulationes [juncturas ossium]*) está formada por la unión de dos o más huesos o cartílagos por intermedio de otros tejidos (figs. 3-1 y 3-2). El hueso es la parte fundamental de la mayoría de las articulaciones; en algunos casos, un hueso y un cartílago o dos cartílagos forman una articulación. El medio de unión está formado principalmente por tejido fibroso o cartílago o por una mezcla de ambos. La unión de partes del esqueleto por medio de músculos (*Øsynsarcosis*), como la unión del miembro torácico en el caballo, no será tratada en esta sección.

Las articulaciones pueden clasificarse de la siguiente forma: *a)* anatómicamente, según su modo de desarrollo, la naturaleza del medio de unión y la forma de las superficies articulares; *b)* fisiológicamente, según la índole y extensión del movimiento o la ausencia de movilidad, y *c)* por una combinación de las características anteriores.

Las articulaciones varían tanto en estructura como en disposición y a menudo están especializadas para unas funciones en particular. Sin embargo, las articulaciones en general tienen ciertas estructuras y funciones comunes con las que se pueden clasificar en tres tipos: 1) **articulaciones fibrosas**, antes

conocidas con el nombre de **sinartrosis**; 2) **articulaciones cartilagosas**, antiguamente denominadas **anfiartrosis**, y 3) **articulaciones sinoviales**, antes llamadas **diartrosis**.

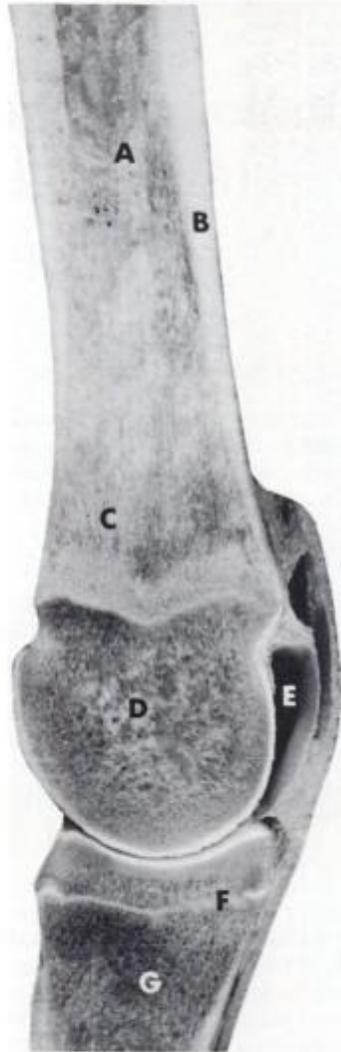
### ARTICULACIONES FIBROSAS

En este grupo, los segmentos están unidos por tejido fibroso, de manera que prácticamente impiden los movimientos; por este motivo a menudo se definen con el nombre de articulaciones fijas o inmóviles. No existe cavidad articular; la mayoría de estas articulaciones son temporales, y el medio de unión es fibroso debido al proceso de osificación, lo cual origina una sinostosis. Las principales clases de articulaciones pertenecientes a este grupo son las siguientes:

1. **SUTURA** (fig. 15-135). Este término se aplica a las articulaciones de la cabeza en que los huesos adyacentes están íntimamente unidos por tejido fibroso: los ligamentos suturales. En muchos casos, los bordes de los huesos presentan irregularidades que engranan entre sí y forman la denominada *sutura serrata*; por ejemplo, la sutura interfrontal. En otros casos, los bordes se encuentran cortados en bisel, por lo cual uno de los huesos ha de cubrir parte del otro, formando la llamada *sutura escamosa*; por ejemplo, la articulación entre la parte escamosa de los huesos

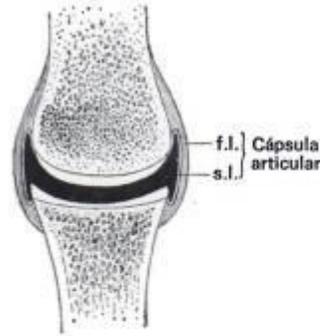
\* Las funciones mecánicas y relaciones se desarrollan con más detalle en el capítulo 5, en «Bioestadística y biodinámica».

tos temporal y parietal. Si los bordes son planos o ligeramente rugosos, se aplica el término de *sutura plana* (*harmonia*); por ejemplo, la sutura internasal o la que existe entre las partes horizontales de los huesos palatinos. El término *sutura foliata* casi no se usa, aunque se encuentra en la lista publicada por la NAV (1968); Miller y cols. (1964) definen esta su-



**Fig. 3-1.** Sección sagital del extremo distal del tercer hueso metacarpiano y extremo proximal de la falange proximal a los seis meses de edad, en un potro.

A, diáfisis del tercer hueso metacarpiano; B, sustancia compacta (córtez); C, sustancia esponjosa; D, epífisis distal del tercer hueso metacarpiano; E, cavidad articular; F, placa cartilaginosa diafisaria-epifisaria en el extremo proximal de la falange proximal; G, diáfisis de la falange proximal.



**Fig. 3-2.** Diagrama de la sección de una articulación sinovial.

f.l., capa fibrosa; s.l., capa sinovial de la cápsula articular. En esta figura los cartílagos articulares están en blanco; los huesos, punteados y la cavidad articular en negro.

tura como «una de las que el borde de un hueso se fija dentro de una fisura o receso del hueso adyacente. Las suturas foliadas se forman en los lugares donde se desea la máxima estabilidad.

2. SINDESMOSIS. En este caso, el medio de unión es tejido fibroso blanco o elástico o una mezcla de ambos. Ejemplos de uniones son las diáfisis de los huesos metacarpianos y las sujeciones que tienen cada uno de los cartílagos costales. En una sindesmosis, cuando los huesos opuestos se unen por tejido fibroso, como sucede en la unión de las diáfisis del radio y el cúbito, y la tibia y el peroné en el caballo, el material original se osifica según avanza la edad; este proceso se conoce entonces con el nombre de sinostosis.

3. GONFOSIS. Este término se aplica en algunas ocasiones a la implantación de los dientes en los alveolos. La gonfosis no es verdaderamente una articulación, ya que los dientes no forman parte del esqueleto.

### ARTICULACIONES CARTILAGINOSAS

Los huesos, en las articulaciones cartilaginosa, están unidos por un cartilago fibrocartilaginosa o hialino o una combinación de ambos. La cantidad y clase de movimiento viene determinada por el tamaño de las superficies de unión y la cantidad y flexibilidad del medio que las une. Se clasifican principalmente como:

1. SINCONDROSIS (ARTICULACIONES DEL CARTÍLAGO HIALINO). Este tipo (llamado a veces articulación cartilaginosa primaria) es tempo-

ral, ya que el cartílago se convierte en hueso antes que el sujeto alcance la vida adulta. El cartílago hialino que une los huesos es una parte persistente del esqueleto cartilaginoso embrionario. Las epífisis y diáfisis de los huesos largos están unidas por una placa epifisial cartilaginosa en los animales jóvenes (figs. 3-1, 3-3 y 3-4). La fusión ósea tiene lugar en el período adulto y desaparece entonces la articulación. La mayoría de las articulaciones cartilaginosas hialinas son sustituidas por un hueso cuando cesa el crecimiento. Ejemplos de estas uniones cartilaginosas hialinas son las placas epifisiales, la parte basilar del hue-



Fig. 3-3. Sección sagital del miembro pelviano de un potro.



Fig. 3-4. Sección sagital de la falange de un potro.

so occipital con el cuerpo del hueso basisfenoides, la articulación entre la parte petrosa del hueso temporal y el hueso estiloideo a través del cartílago timpanicoideo, la unión costocondral y la sincondrosis intermandibular.

2. SÍNFISIS (ARTICULACIONES FIBROCARILAGINOSAS). Este tipo (llamado a veces articulación cartilaginosa secundaria y referida también como anfiartrosis) representa una articulación en que los huesos contiguos están unidos por un fibrocartílago durante alguna fase de su existencia. Las articulaciones fibrocartilaginosas incluyen la sínfisis pélvica, la *sternbrae*, y las articulaciones entre las vértebras. Puede existir una cantidad limitada y variable de movimientos de este tipo de articulaciones.

### ARTICULACIONES SINOVIALES

Este grupo de articulaciones, también conocido como articulaciones diartrodiales, se caracteriza por la presencia de una cavidad articular, una membrana sinovial en la cápsula articular y por su movilidad. A menudo se denominan articulaciones verdaderas o móviles. Una articulación simple es la que está formada por dos superficies articulares; una articulación compuesta está formada por varias superficies articulares. Las estructuras que a continuación se detallan entran en su formación:

1. **SUPERFICIE ARTICULAR.** Las superficies articulares (*facies articulares*) son, en la mayoría de los casos, lisas y tienen una forma muy variada. Están formadas de hueso denso especial, que difiere histológicamente de la sustancia compacta ordinaria. En ciertos casos, la superficie está interrumpida por cavidades no articulares conocidas con el nombre de fosas sinoviales.

2. **CARTÍLAGO ARTICULAR.** Los cartílagos articulares, normalmente hialinos, forman una cubierta sobre las superficies articulares de los huesos. Varían en grosor en las diferentes articulaciones; son más gruesas en aquellas que están sujetas a una presión y fricción mayores. Normalmente, tienden a acentuar la curvatura del hueso, por ejemplo, en una superficie cóncava la parte periférica es la más gruesa, mientras en una superficie convexa es la más gruesa la porción central. Los cartílagos articulares no están vascularizados, son muy lisos y tienen un color azulado cuando se examinan en fresco. Disminuyen los efectos de las contusiones violentas y reducen en gran manera los roces.

3. **CÁPSULA ARTICULAR.** La cápsula articular (fig. 3-1) es, en su forma más simple, un tubo cuyos extremos están unidos alrededor de las superficies articulares. Está formado de dos capas, una externa compuesta de tejido fibroso y una interna, la capa o membrana sinovial. La capa fibrosa (membrana fibrosa), algunas veces llamada ligamento capsular, está unida o muy próxima al borde de la cara articular o bien a una distancia variable de éste. Su espesor varía considerablemente según diferentes situaciones: en ciertos lugares es extremadamente grueso y algunas veces se desarrollan cartílagos o huesos en su espesor, en otros lugares están prácticamente ausentes; en este caso está formada sólo por la membrana sinovial. Los tendones que pasan sobre una articulación pueden, parcialmente,

sustituir a la capa fibrosa; en estos casos la superficie del fondo del tendón está cubierta por una sinovial. Ciertas porciones de la cápsula pueden experimentar un engrosamiento y formar así ligamentos que no son separables, excepto si lo hacemos artificialmente, del resto de la cápsula. La capa sinovial (*membrana synovialis*) reviste la cavidad articular excepto cuando está limitada por los cartílagos articulares; finaliza normalmente en el borde estos cartílagos. Es una membrana delgada, ricamente irrigada, innervada y frecuentemente forma pliegues (*plicae synoviales*) y vellosidades (*villi synoviales*), que se proyectan dentro de la cavidad de la articulación. Los pliegues comúnmente contienen almohadillas de grasa, que en muchos lugares son masas que sobresalen de la cápsula, y que llenan los intersticios y varían en forma y posición durante las distintas fases del movimiento. La membrana sinovial secreta un líquido, la sinovia, que lubrica la articulación; recuerda la clara del huevo, si bien tiene una tonalidad amarillenta. Sirve también para transportar material nutritivo al cartílago articular hialino. La composición química de la sinovia es similar a la del líquido hístico. Contiene albúmina, mucina, sales y tiene un pH alcalino. En ella existen normalmente células derivadas de la membrana sinovial, porciones de células, células que han sufrido una degeneración grasa, partículas de cartílago articular, etcétera.

En muchos lugares, la membrana forma una bolsa extraarticular que facilita la función de los músculos y tendones.

La cavidad articular está formada por la membrana sinovial y los cartílagos articulares.

El estudiante debe tener en cuenta que con facilidad se forman falsos conceptos sobre las cavidades articulares, como resultado de las disecciones y los diagramas, en los que aparece una cavidad no real y de considerable extensión. Una idea correcta de la íntima superposición de las partes que constituyen la articulación se obtiene por el estudio de los cortes sagitales y congelados (fig. 3-4). Por otra parte, es instructivo examinar las articulaciones cuando han sido inyectadas con el fin de distender la cápsula (fig. 16-17). Se verá entonces que la cavidad tiene, con frecuencia, una extensión mucho mayor de la que se podría suponer y que la cápsula es muy irregular en cuanto a su forma, por ejemplo, forma gran número de saculaciones.

Los elementos mencionados son constantes y necesarios en todas las articulaciones sinoviales. Otras estructuras que entran a formar parte de estas articulaciones son los

ligamentos, los discos o meniscos articulares y los cartílagos marginales.

4. **LIGAMENTOS.** Los ligamentos son fuertes bandas o membranas, normalmente compuestas de tejido fibroso blanco, que unen los huesos entre sí (fig. 3-4). Son plisables, pero prácticamente inelásticos. Sin embargo, y en algunos casos, por ejemplo, el ligamento de la nuca, están compuestos de tejido elástico. Se pueden subdividir según su posición en ligamentos extracapsular (periarticular) e intracapsular (intraarticular). Los ligamentos extracapsulares están, frecuentemente, mezclados con los elementos de la cápsula fibrosa y forman parte de ella; en otros casos son completamente distintos. Los que se hallan situados a los lados de una articulación se denominan ligamentos colaterales. Referidos en términos estrictos, o dicho con propiedad, los ligamentos intracapsulares aunque dentro de la cápsula fibrosa no se encuentran en la cavidad articular; la membrana sinovial se encuentra por encima de ellos. Aquellos que conectan directamente superficies óseas opuestas se denominan ligamentos interóseos. En muchos sitios existen músculos, tendones y engrosamientos de las fascias que desempeñan función de ligamentos y aumentan la seguridad de la articulación. La presión atmosférica y la cohesión representan un gran papel en el acoplamiento de las superficies articulares.

5. **DISCOS Y MENISCOS ARTICULARES.** Se trata de placas de tejido fibroarticular o tejido fibroso denso situadas entre los cartílagos articulares; dividen parcial o completamente la cavidad articular en dos compartimientos. Hacen más congruentes ciertas superficies articulares y permiten mayor variedad y extensión de movimientos al disminuir los efectos de la presión.

6. **CARTÍLAGO MARGINAL.** Un cartílago marginal (*labrum glenoidale, acetabulare*) es un anillo de fibrocartilago que circunda el borde de una cavidad articular. Aumenta la extensión de la cavidad y evita las fracturas de su borde.

**Vasos y nervios.** Alrededor de las grandes articulaciones, las arterias forman anastomosis, proporcionando ramas a las extremidades de los huesos y a la cápsula articular. La membrana sinovial tiene un retículo muy denso de capilares que forman espiras en los márgenes de los cartílagos articulares, pero normalmente no entran en ellos; las venas forman plexos y las membranas sino-

viales están provistas de vasos linfáticos. Las fibras nerviosas son especialmente numerosas, en la membrana sinovial y alrededor de ella, y proporcionan terminaciones nerviosas especiales que transmiten los impulsos propioceptivos (sensaciones de articulación), así como fibras del dolor. Las fibras vasomotoras y vasosensitivas controlan el aporte sanguíneo.

La estabilidad es un atributo necesario en toda articulación, ya que ciertos tipos de movimientos se dan en las articulaciones sinoviales. Normalmente se habla de movimientos de deslizamiento, angulares y rotatorios. Los distintos tipos de movimientos pueden, frecuentemente, estar combinados y es raro que una articulación posea un solo movimiento. Los movimientos pasivos son producidos por fuerzas externas, como la gravedad, o por movimientos indirectos de algunas otras articulaciones.

El movimiento de deslizamiento es la clase más simple que puede tener lugar en una articulación y está representado por una superficie que se desliza sobre otra.

Los movimientos angulares pueden ser de **flexión** y **extensión** o **abducción** y **aducción**. La **flexión** es el cierre del ángulo que existe entre dos huesos, mientras que la **extensión** es el movimiento contrario. Con referencia a las articulaciones de las partes distales de los miembros, es admisible emplear los términos flexión dorsal, palmar o plantar. Similarmente, los términos flexión dorsal y ventral se aplican a los movimientos correspondientes de la columna vertebral. La significación del término flexión lateral es evidente cuando se aplica a la columna vertebral. Todos estos movimientos son rotaciones que se realizan alrededor de ejes, que son aproximadamente transversales o bien verticales. En esta categoría se encuentran los términos depresión, elevación y movimiento transversal de la mandíbula. La **abducción** ocurre cuando una parte se desplaza del plano medio sagital del cuerpo o si un dedo se separa del eje del miembro. En la **aducción** la parte se mueve hacia el plano medio sagital del cuerpo a los dedos hacia el eje medio del miembro.

La **circundación** es la forma de movimiento que ocurre cuando a un hueso se le hace circunscribir un espacio cónico; la base del cono está formada por el extremo distal del hueso y el vértice representado por la cavidad articular. En el hombre, tal clase de movimiento se ejecuta con facilidad, pero en

los cuadrúpedos sólo son posibles en un grado muy limitado.

La **rotación** es un término que se reserva para indicar el giro de un segmento alrededor del eje longitudinal de otro segmento, que constituye la articulación. Es muy típico en la articulación atlantoaxoidea.

El lector debe considerar que todos estos movimientos están limitados por los ligamentos colaterales y accesorios, por los ligamentos extracapsulares e intracapsulares, por los meniscos y discos, por los músculos y por los mecanismos físicos de la biología. Para detalles más precisos véase el capítulo 5.

Las articulaciones sinoviales se pueden clasificar por sus ejes de movimientos; esta clasificación considera la existencia de tres ejes.

Un ejemplo de **articulación uniaxial** (un solo eje de rotación) es la **articulación gínglima o por charnela** (p. ej., la del codo, cuyo eje es transversal). La flexión y la extensión son sus principales movimientos. En una **articulación trocoide** o por eje, el movimiento es alrededor de un eje longitudinal, que circunda un vástago (p. ej., la unión atlantoaxial).

El movimiento puede ser **biaxial**, esto es, alrededor de dos ejes horizontales en ángulo recto uno con otro. En esta forma de unión se permite la **circunducción**, esto es, se describe un cono cuando se llevan a cabo los movimientos de flexión, abducción, extensión y aducción, pero no la rotación axial. En este tipo de articulación, **condilar**, un cóndilo o superficie articular ovoidea está embutido en una cavidad elíptica. Aunque recuerda una articulación en charnela, se permiten más movimientos (p. ej., la articulación de la rodilla). En la **articulación elipsoide** la circunferencia de la articulación recuerda una elipse. Es también una articulación biaxial; un ejemplo es la articulación antebraquiocarpal. Las superficies articulares son mayores en una dirección y en ángulo recto en la otra. En la **articulación en cojinete** (*articulatio sellaris*) las superficies están recíprocamente formando cojinetes cóncavos o convexos; representan un tipo de articulación biaxial. En éstas es posible la flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción, pero no la rotación axial. La articulación carpometacarpiana del dedo gordo es citada como un ejemplo

en el hombre y las articulaciones interfalangeas en el perro.

Cuando el movimiento es **multiaxial**, se permite la circunducción y la rotación axial. La **articulación de esfera y cavidad o esferoidal** (enartrosis) nos proporciona un ejemplo clásico de una articulación. La superficie esférica de una articulación se mueve dentro de la cavidad de un hueso de la otra, alrededor de los tres ejes. Las articulaciones de la cadera y del hombro son ejemplos típicos.

Una articulación que proporciona un deslizamiento simple o un movimiento deslizante, articulación plana (*arthroidia*), es aquella en que las superficies articulares son prácticamente planas, por ejemplo, la articulación de los pequeños huesos en la carpal y tarsal. Los movimientos son de deslizamiento de una superficie sobre otra, con la limitación de movimientos debidos a la presencia de una gruesa cápsula fibrosa.

#### BIBLIOGRAFIA

- Barnett, C. H., D. V. Davies and M. A. MacConaill. 1961. *Synovial Joints: Their Structure and Mechanics*. Springfield, Ill., Charles C Thomas.
- Bressou, C., and O. Vladutiu. 1940. Sur la mécanogénèse du cartilage articulaire. *Bull. Acad. Vét. France* 13:1-4.
- Bressou, C., and O. Vladutiu. 1948. Sur la mécanogénèse du cartilage articulaire Femoro-Rotulien. *Bull. Acad. Vét. France* 21:261-267.
- Florentin, P., 1950. Architecture des dispositifs de glissement annexés aux tendons. *Rec. Méd. Vét.* 135:521-530.
- Gardner, E. 1950. Physiology of moveable joints. *Physiol. Rev.* 30:127-176.
- Gardner, E. 1953. Physiological mechanisms in moveable joints. *Am. Acad. Orth. Surg.* 10:251-261.
- Gardner, E. 1962. Structure and function of joints. *J.A.V.M.A.* 141:1234-1236.
- Komarek, V. 1955. The contribution to anatomy of the joints in the limbs of the horse. *Sborník Zivocisna Vyroba* 28:835-846.
- Kunzel, E. 1955. Rippenknorpelgelenke bei Schaf und Ziege. *Anat. Anz.* 102:25-28.
- Kunzel, E. 1961. Atypische Gelenkentwicklung. *Anat. Anz.* 110:67-79.
- Lange, K. 1960. Die Entwicklung der Rippenknorpelgelenke beim Schwein. *Anat. Anz.* 108:173-201.
- MacConaill, M. A. 1950. The movements of bones and joints. The synovial fluid and its assistants. *J. Bone Joint Surg.* 32B:244.
- Miller, M. E., G. C. Christensen and H. E. Evans. 1964. *Anatomy of the Dog*. Philadelphia, W. B. Saunders Company.
- Nomina Anatomica Veterinaria. 1968. Vienna, World Assoc. Vet. Anat.
- Nickel, R., and P. Langer. 1953. Zehengelenke des Rindes. *Berliner u. Munch. tierärztl. Wochen.* 14:237.
- O'Rahilly, R. 1957. The development of joints. *Irish J. Med. Sci.* 6th Ser (382):456-461.
- Paatsama, S. 1952. Ligament Injuries in the Canine Stifle Joint, a Clinical and Experimental Study. Thesis, Helsinki, Finland.
- Schroeder, E. F., and G. B. Schnelle. 1941. Veterinary radiography; the stifle joint. *No. Am. Vet.* 22:353-360.
- Van Pelt, R. W. 1965. Comparative arthrology in man and domestic animals. *J.A.V.M.A.* 147:958-967.
- Walsley, T. 1928. The articular mechanism of the diarthroses. *J. Bone Joint Surg.* 10:40.

