



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**MANUAL PARA EL MANEJO DE FRACTURAS  
EN RADIO Y ULNA EN PERROS Y GATOS**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A N :

**DANIEL HERNÁNDEZ PÉREZ TAGLE**

**CARLOS EDUARDO SANTOSCOY MEJÍA**

**JUAN VICENTE RIVERA GARCIA**



MÉXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mi familia, a los que están y a los que no.

A Martha.

A mis amigos.

A los que creyeron en mí y a los que no.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su apoyo e insistencia  
A mi hermano por su cariño y sus consejos  
A mi familia por toda su confianza  
A Martha por su cariño, infinita paciencia, apoyo y amor  
Familia Ruiz Romero  
A mis jurados por todo su apoyo  
A mis asesores por la paciencia y enseñanzas  
A mis profesores por su tiempo  
Familia Gómez Cardona  
Familia Bautista Alcocer  
Familia Limón Vázquez  
A mis amigos (J,J,P,L,A,M,A,P†)  
Familia Ulacia Gutierrez por toda la confianza  
Santiago Aja Guardiola  
Carlos Esquivel Lacroix  
Fausto Reyes Delgado  
Centro Médico Veterinaria del Sur  
Clínica Veterinaria Revolución  
A mis mascotas por su lealtad y cariño  
A todos los que me brindaron su cariño  
A la vida por darme la oportunidad.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
PROCEDIMIENTO .....	4
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	5
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	5
CAPÍTULO II. HISTOLOGÍA Y FISIOLÓGIA ÓSEA .....	8
CAPÍTULO III. PARTICULARIDADES ANATÓMICAS DEL RADIO Y LA ULNA .....	22
CAPÍTULO IV. LA ARTICULACIÓN HÚMERO-RADIO-ULNAR Y CARPORRADIAL .....	53
CAPÍTULO V. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS .....	56
CAPÍTULO VI. EXAMEN DIAGNÓSTICO .....	64
CAPÍTULO VII. MÉTODOS DIAGNÓSTICOS .....	72
CAPÍTULO VIII. MANEJO PREOPERATORIO .....	76
CAPÍTULO IX. MÉTODOS DE FIJACIÓN DE FRACTURAS .....	80
CAPÍTULO X. MANEJO POSTOPERATORIO .....	103
LITERATURA CITADA .....	110
FIGURAS .....	114
TABLAS .....	116

## **RESUMEN**

HERNÁNDEZ PÉREZ TAGLE DANIEL. Manual para el manejo de fracturas en radio y ulna en perros y gatos (bajo la dirección de: MVZ. MC. Carlos Eduardo Santoscoy Mejía y MVZ. Dipl. Juan Vicente Rivera García).

Debido a que los traumatismos y fracturas de radio y ulna son casos comunes en la práctica clínica de perros y gatos, este trabajo pretende facilitar el acceso a la información de manera clara y sencilla. La información se obtuvo de libros y revistas especializadas en traumatología y ortopedia veterinaria.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la sobrepoblación de animales en las ciudades y a la falta de conciencia por parte de los responsables de perros y gatos, con frecuencia los animales sufren atropellamientos, caídas de azotea, violencia por parte de humanos o con otros animales que dan por resultado traumatismos y fracturas, muchas de ellas involucrando al radio y/o la ulna. Es por esta razón que la traumatología y la ortopedia son disciplinas importantes en la práctica médica para perros y gatos.

Actualmente la medicina veterinaria debe de cumplir con las exigencias que la ciencia moderna dicta, brindando al paciente la posibilidad de recibir un tratamiento con la tecnología más avanzada.

El desarrollo que en los últimos años han alcanzado la traumatología y la ortopedia es sorprendente, hace unos años los métodos y los materiales disponibles eran solo unos cuantos en comparación con los que existen hoy en día. Sin embargo es imperativo que el médico veterinario y el estudiante tengan una constante actualización sobre técnicas clínicas y quirúrgicas que día con día mejoran.

Todo cirujano debe tener el conocimiento de los principios médicos, su aplicación y la destreza manual para llevarlos a cabo. Las técnicas quirúrgicas se eligen tomando en cuenta la corrección mecánica y biológica necesaria, sin olvidar las alteraciones y reacciones postoperatorias de los tejidos involucrados.

Existe una gran variedad de instrumentos especiales para traumatología y ortopedia, además de la aparición de implantes de uso veterinario, por lo que se vuelve necesario que el médico veterinario se encuentre familiarizado con su uso y colocación.

Los materiales utilizados en la fabricación de los mismos permiten que se tenga una mayor rigidez y durabilidad del instrumental e implantes.

La confiabilidad en este tipo de implantes ha aumentado su uso por lo cuál ha disminuido el costo de producción, haciéndolos cada vez más accesibles a los diferentes niveles socioeconómicos

En la práctica diaria, los cirujanos veterinarios deben de contar con un instrumental básico para traumatología y ortopedia que les ayude a resolver los problemas más comunes.

Este manual pretende reunir la información necesaria y describir las características, ventajas y desventajas de los diferentes métodos de fijación para la toma de decisiones al estar frente a un paciente que presenta cojera en el miembro anterior como resultado de un traumatismo.

## PROCEDIMIENTOS

La información será obtenida de libros especializados en traumatología, ortopedia, anatomía y cirugía existentes en la biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como de revistas científicas provenientes de la Hemeroteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México. También se consultaran páginas web de otras universidades de Medicina Veterinaria, así como de sitios web relacionados con el tema.

La información obtenida de las publicaciones se analizará y se compilará en el documento, a manera de un manual, para hacer más fácil su comprensión.

## ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### Capítulo I

#### **Antecedentes históricos**

A principios del siglo XX, la Ortopedia veterinaria era una especialidad poco estudiada, existiendo pocos avances en los métodos de fijación de fracturas, además que no había gran interés por parte de la población hacia sus animales de compañía (13,21,39).

En un principio, el tratamiento de una fractura era el reposo en jaula, posteriormente se recomendó la inmovilización del miembro afectado, en los que encontramos los yesos y férulas hechas de diferentes materiales fáciles de conseguir como madera, gutapercha y tela de alambre. (41,56,58)

El primer avance en la ortopedia veterinaria se dió en 1920 cuando se introdujo la fluoroscopia. La observación del hueso a través de la pantalla del fluoroscopio hizo de la ortopedia una cuestión excitante. Tanto la fluoroscopia como las radiografías generaron una nueva visión de los problemas ortopédicos. Se desarrollaron métodos de reducción de las fracturas. Desafortunadamente, por la falta de información sobre los efectos de la radiación, se presentaron casos de carcinomas, debido a la sobrexposición durante la reparación de fracturas. (13,39,43)

Durante ese tiempo la principal complicación en la reducción de fracturas era la cabalgadura de los fragmentos. Thomas y Jones introdujeron a las técnicas de la ortopedia humana, una férula para corregir la cabalgadura de la fractura que aplicaba tracción al extremo proximal y distal de la fractura.

A pesar de la mejora en la tracción, algunas fracturas complicadas todavía se resistían a una reducción completa y sanaban mal alineadas. Se buscaron métodos sofisticados para lograr resultados más satisfactorios. La intervención quirúrgica del sitio de la lesión era un

tratamiento factible, pero las complicaciones de la sepsis y la osteomielitis resultaron ser demasiado grandes para la mayoría de los cirujanos. Los esfuerzos para minimizar la sepsis trajeron el segundo mayor logro en reparación de las fracturas. En 1940 se introducen antibióticos como la penicilina y algunos tipos de sulfas, minimizando la cantidad y la severidad de las infecciones. Así mismo el uso de técnicas quirúrgicas asépticas y material esterilizado, aumentaron las posibilidades de éxito al intervenir una fractura. (2,13,41,51,54,56,57,58)

Durante los primeros años de la segunda guerra mundial, Stader diseñó un método más eficaz de estabilizar la fractura y facilitar su pronta rehabilitación, este método consistía en introducir cuatro clavos Steinmann: un clavo en cada extremo del hueso y los otros dos clavos muy cercanos a la fractura, en dirección encontrada en forma de "V" inmovilizando los clavos al unir sus extremos a una varilla rígida que corría paralela al miembro, creándose así el primer aparato de fijación externa (Aparato de Stader). (9,13,22,24,41,56,58)

A mediados de los años cuarenta, estaban reconociéndose y caracterizándose muchas enfermedades del esqueleto del perro. Entre éstas, la luxación medial de la patela y la mala alineación de la rodilla en los perros de raza pequeña, la enfermedad de disco intervertebral en razas condrodistróficas, la osteocondritis disecante del hombro en perros de raza grande y gigante, la falta de unión del proceso ancóneo, la curvatura del radio en los perros de raza gigante, la desviación lateral del miembro anterior, y cartilago retenido de la metáfisis ulnar en perros gigantes de rápido crecimiento. (11,13,26,41,42,49,56,57,58)

Las placas para hueso fueron introducidas por Lane en 1907 y por Sherman en 1912. Estas placas contenían cuatro a ocho agujeros para tornillos y se diseñó para fijarse en la parte lateral del hueso. A mediados de los 60's el emplacado de huesos se volvió uno de los métodos más exitosos de fijación interna con la introducción del sistema de injertos

Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) de Suiza. Brinker, Hohn, Jenny y Stoyak fueron los primeros ortopedistas veterinarios americanos en trabajar extensamente con este equipo. (13,16,24,41,56,58)

La ortopedia veterinaria que empezó como reparación de fracturas y se extendió a las enfermedades ortopédicas de animales, ahora incluye contribuciones en la genética, microscopia electrónica, histoquímica, biomecánica, ciencias de la computación y otras disciplinas especializadas.

## Capítulo II

### **Histología y fisiología ósea**

Los huesos son estructuras que dan soporte y tonalidad a los músculos y tejidos laxos del cuerpo, formando en ocasiones cavidades para proteger órganos de mayor importancia (cráneo, tórax y columna vertebral).

Se clasifican en tres tipos: huesos largos, cortos y planos. Los huesos largos se dividen en tres partes: diáfisis, (parte central), fisis (núcleo de crecimiento), metafisis (puede ser proximal o distal). (1, 17, 18, 19, 20, 21, 28, 33, 43, 48, 57)

La irrigación ósea tiene una vía aferente, a cargo de la arteria nutricia, las arterias metafisiarias, distal y proximal y una vía eferente. (Figs. 1A y 1B)

Durante la reparación de una fractura, se originan vasos sanguíneos extraóseos que van a nutrir al callo óseo. (Figs. 1C y 1D)

El tejido óseo es el más resistente del organismo y el constituyente principal del esqueleto. También es considerado como una de las grandes fuentes de reserva de minerales como calcio, fosfato y otros iones necesarios para el organismo, liberándolos de forma controlada para mantener constante su concentración en los líquidos orgánicos,

Los huesos son considerados como un órgano mas, debido a sus características endocrinas, bioquímicas y morfológicas. (8, 20, 28, 29, 33, 43, 57)

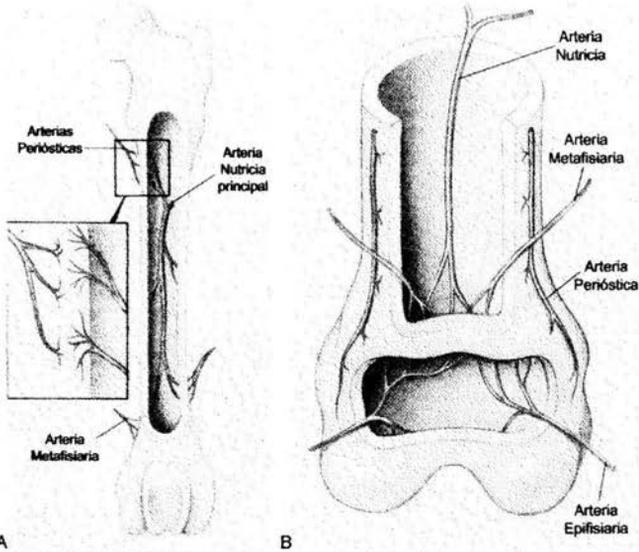


Fig.1A y 1B.- Observe la irrigación intraósea en un hueso sano, la arteria nutricia entra al hueso por el foramen nutricional, corre por el canal medular y termina hasta las epifisis del hueso. Las epifisis y metafisis del hueso están irrigadas también por las arterias epifisaria y metafisaria respectivamente. Se observa el recorrido de la arteria periosteica a lo largo del hueso. (Ilustración tomada de Fossum T. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999)

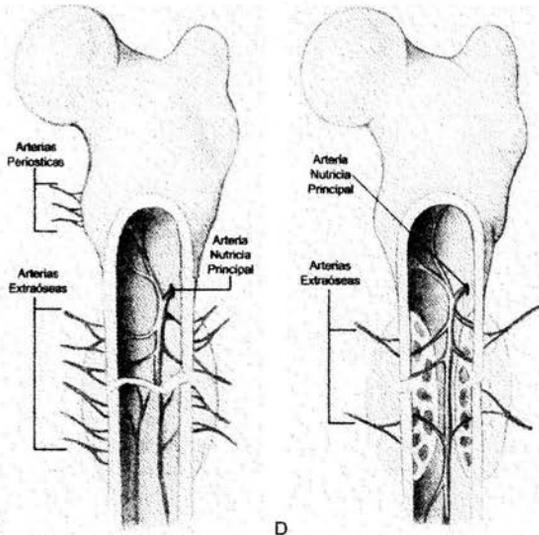


Fig. 1C y 1D.- Se observa la irrigación intraósea durante la reparación de una fractura y la aparición de arterias extraóseas irrigando el callo óseo formado alrededor de la línea de fractura. (Ilustración tomada de Fossum T. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999)

El hueso está formado de tres componentes principales que son: células osteogénicas (osteoblastos, osteocitos, osteoclastos), matriz orgánica (proteoglicanos y colágena) la cual conforma una tercera parte de la masa ósea y los minerales (cristales de fosfato de calcio depositados en forma de hidroxiapatita) los cuales constituyen dos terceras partes del hueso.

Todos los huesos presentan un revestimiento de células osteogénicas en su superficie interna (endostio) y en la externa (periostio). Estas células controlan el paso de los líquidos y nutrientes al hueso para la mineralización de la matriz ósea bajo límites muy estrechos, y al mismo tiempo pueden remover el tejido mineralizado, para cubrir ciertas necesidades fisiológicas como la maduración ósea. (7,20,25,28,30,33,57)

### **Osteoblastos**

Son células especializadas en la formación de hueso, sintetizando la parte orgánica de la matriz ósea, también pueden concentrar fosfato cálcico, participando en la mineralización de la matriz

Se disponen sobre la superficie ósea, de manera similar al epitelio simple; cuando se encuentran en una fase de intensa actividad, su forma es cuboide y su citoplasma es muy basófilo. Poseen prolongaciones citoplasmáticas que se unen con las de otros osteoblastos formando los conductillos por los cuales se nutren los osteocitos que se encuentran en las lagunas, ya que no hay una difusión de nutrientes a través de la matriz calcificada. Una vez que son aprisionados por la matriz, los osteoblastos son mejor conocidos como osteocitos.

Ultraestructuralmente, los osteoblastos presentan organelos característicos de células con actividad de síntesis de proteínas, tales como retículo endoplásmico, numerosos ribosomas siendo algo prominentes el aparato de Golgi y la mitocondria. (7,25,28,30,57)

Gran parte de los proteoglicanos son preparados en el aparato de Golgi acumulándose en vesículas que después migrarán hacia la superficie de la célula para liberar su contenido por medio de la exocitosis y formar la matriz ósea.

Las moléculas de procolágeno son producidas por los ribosomas y expulsadas al espacio extracelular a lo largo de aquella superficie del hueso.

La formación de las fibrillas de colágena se da por la proteolisis y polimerización en el espacio extracelular.

Los osteoblastos también son productores de fosfatasa alcalina, la cual tiene una función de pirofosfatasa probablemente relacionada con el inicio del proceso de mineralización.

(7,25,28,30,57)

### **Osteocitos**

Aproximadamente un 10 % de la población de osteoblastos se encuentran dentro del proceso de desarrollo de la matriz ósea, sin embargo son conocidos como osteocitos.

Son células planas con una pequeña cantidad de retículo endoplásmico rugoso, aparato de Golgi pequeño y un núcleo con cromatina condensada, su volumen citoplasmático es reducido así como los organelos que allí se encuentran. (Fig.2)

Aunque su ultraestructura muestra que son células con poca actividad de síntesis, los osteocitos son esenciales para el mantenimiento de la matriz ósea. (7,25,28,30,57)



Fig.2.- Esquema de un osteocito. Presenta un núcleo grande, poco citoplasma, así como pocos organelos. (Ilustración tomada de Junqueira L.C. Histología básica 4ª ed. México: Masson, 1996)

Se encuentran en pequeñas lagunas y tienen contacto con los osteoblastos por medio de prolongaciones citoplasmáticas. Estas uniones tienen como finalidad abrir un canal de comunicación para el transporte de iones minerales, nutrientes y pequeñas moléculas como hormonas que controlan el crecimiento y desarrollo de los huesos, desde el líquido extracelular hasta la matriz ósea.

La gran superficie que cubre la población de osteocitos da como resultado un mecanismo de intercambio de minerales entre el líquido extracelular y el hueso. (7,25,28,30,57)

### **Osteoclastos**

Son células móviles, gigantes, muy ramificadas, alargadas y multinucleadas (6 – 50 núcleos o más). Su citoplasma es granuloso, tendiendo a ser basófilo en los osteoclastos jóvenes y acidófilo en los osteoclastos maduros, dentro de él podemos encontrar vacuolas y vesículas con un pequeño retículo endoplásmico y pocas ribosomas. El tamaño y el número de núcleos en los osteoclastos puede variar, cada núcleo es asociado con un aparato de Golgi perinuclear, en el cual existen vesículas en diferentes estados de desarrollo. (Fig. 3) (7,25,28,30,57)

Los osteoclastos pueden ser encontrados formando lagunas en sitios donde el hueso empieza a ser remodelado.

La zona de contacto con la superficie del hueso, consta de dos áreas:

El borde de cepillo, que presenta prolongaciones de la membrana en forma de dedos, encargada de la resorción del hueso. Área selladora, caracterizada por un citoplasma muy denso y homogéneo que está encargado de aislar el área donde la enzima lisosomal (colagenasa) y los iones de hidrógeno se concentrarán disolviendo el mineral, liberando calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) y finalmente removiéndolo de la matriz orgánica.

Los osteoclastos derivan de los monocitos de la sangre circulante que se fusionan.

No hay evidencia clara del destino que tienen los osteoclastos después de que la matriz ósea es reabsorbida, se ha sugerido que dichas células se fusionan en una sola célula mononuclear en la superficie del endostio y que experimentan una modulación de su función celular hasta llegar a ser osteoblastos u osteocitos.

Las células osteogénicas son derivadas de células mesenquimales indiferenciadas y existe evidencia de que la médula ósea contiene células osteoprogenitoras predeterminadas y células que pueden dar origen a tejido óseo gracias a un pequeño estímulo. (7,25,28,30,57)

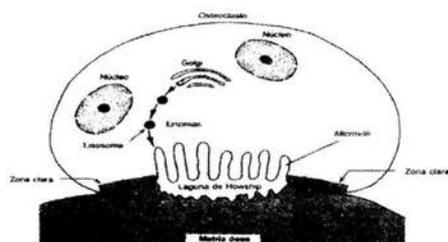


Fig. 3.- Esquema de un osteoclasto, donde aparecen un mayor número de organelos en su interior. Observe al centro el borde de cepillo caracterizado por microvellosidades y a las orillas el área selladora. (Ilustración tomada de Junqueira LC. Histología básica 4ª ed. México: Masson, 1996.)

### Matriz ósea

Es la parte del hueso donde se lleva a cabo la mineralización, caracterizada por el depósito de iones inorgánicos, principalmente fosfato cálcico. Se divide en dos partes, una orgánica y otra inorgánica. La parte orgánica de la matriz se encuentra formada de fibras de colágena (95%) constituidas por colágeno de tipo I y sustancia osteoide (proteoglicanos, glicoproteínas) (7,25,28,30,57)

La parte inorgánica representa cerca del 50% del peso de la matriz ósea, dentro de los iones que podemos encontrar están: fosfato, calcio, bicarbonato, magnesio, potasio, sodio y citrato en pequeñas cantidades. Los iones de calcio y fosfato, se acomodan en forma de

cristales de hidroxiapatita que a su vez son rodeados por fibras de colágena y sustancia osteoide, por lo cual son los responsables de la resistencia y dureza del tejido óseo.

### **Clasificación del hueso**

La clasificación histológica del hueso se divide en dos: hueso inmaduro o primario y el hueso laminar o secundario. Los dos poseen las mismas células y los mismos componentes de la matriz ósea, pero mientras que en el tejido del hueso inmaduro, las fibras de colágena no tienen un acomodo específico y presentan una menor cantidad de minerales, en el hueso secundario estas fibras están acomodadas de una manera muy especial. (7,20,25,28,29,30,33,43,57)

#### **Hueso inmaduro (primario)**

Es el primer tejido (de tipo cartilaginoso) en formarse de cualquier pieza ósea, siendo sustituido gradualmente por hueso secundario. El tejido óseo primario tiene fibras de colágena que carecen de acomodo regular, un mayor porcentaje de osteocitos, que el hueso secundario y menor cantidad de minerales, por lo cual tiene una mayor permeabilidad a los rayos X.

En un animal adulto es difícil encontrar este tipo de hueso excepto en la unión de los huesos del cráneo, en las inserciones de tendones y en los alvéolos dentarios. (7,20,25,28,29,30,33,43,57)

#### **Hueso secundario**

Este tipo de hueso se encuentra sólo en animales adultos. Su principal característica es el acomodo de sus fibras de colágena en láminas (3 a 7  $\mu\text{m}$  de espesor) que permanecen paralelas o en capas concéntricas alrededor de los sistemas de Havers u osteones, y

entre las cuales podemos encontrar las lagunas con osteocitos. (Fig.4)  
(7,20,25,28,29,30,33,43,57)

Separando a estas láminas con frecuencia hay depósitos de proteoglicanos denominados sustancia cementante.

Los osteones son considerados la unidad funcional del hueso, están formados por un cilindro largo (que en ocasiones presenta bifurcaciones), paralelo a la diáfisis y formado por 4 a 20 laminillas óseas concéntricas.

En el centro del cilindro se encuentra un conducto (conducto de Havers) recubierto de endostio, contiene vasos y nervios. Estos conductos se comunican entre sí, con la cavidad medular y con la superficie externa por unos conductos transversales u oblicuos que atraviesan las laminillas óseas llamados conductos de Volkmann. (Fig. 5)

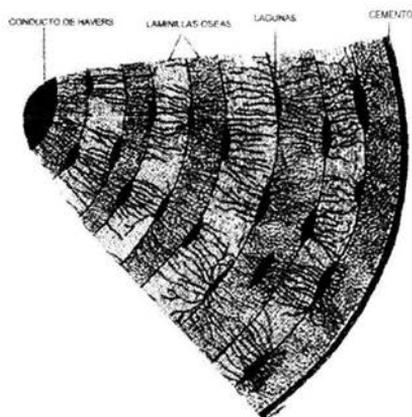


Fig. 4.- Esquema que muestra parte de un sistema de Havers. Observe las lagunas que contienen a los osteocitos y sus prolongaciones, por las cuales se proporciona el transporte de nutrientes y hormonas. (Ilustración tomada de Junqueira LC. Histología básica 4ª ed. México: Masson, 1996.)

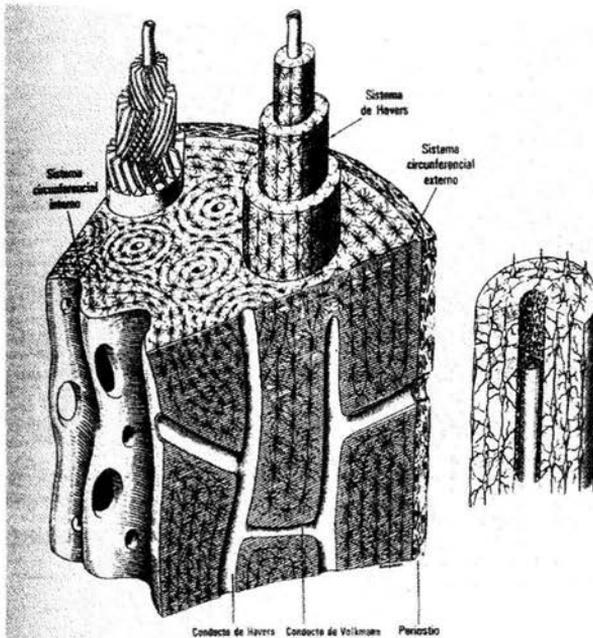


Fig. 5.- Esquema de la estructura de la diáfisis de los huesos largos. Se observa a los osteones como unidad funcional del hueso y su comunicación entre ellos por medio de los conductos de Havers y de Volkmann. (Ilustración tomada de Junqueira LC. Histología básica 4ª ed. México: Masson, 1996.)

### Clasificación macroscópica del hueso

La superficie de los huesos está formada de partes con muchas cavidades intercomunicantes (visibles a simple vista en un corte transversal) llamadas hueso esponjoso y de partes sin cavidades llamadas hueso compacto. Esta es una clasificación macroscópica y no histológica, ya que el tejido del hueso compacto y el del hueso esponjoso tienen la misma estructura histológica básica.

En los huesos largos, las epífisis están formadas de hueso esponjoso y recubierto de una delgada capa de hueso compacto (hueso cortical). La diáfisis de los huesos está formada casi en su totalidad por hueso compacto, solo en su parte más profunda presenta pequeñas cantidades de hueso esponjoso delimitando el canal medular.

En los huesos cortos se encuentra el mismo acomodo característico, presentando hueso esponjoso en el centro recubierto en toda su periferia por una capa de hueso compacto.

En los huesos planos que forman la cavidad craneana encontramos un acomodo diferente formando dos superficies de hueso compacto, pero manteniendo entre ellas una capa de hueso esponjoso y recibiendo el nombre de Diploe.

Todos los espacios del hueso esponjoso están ocupados por la médula ósea.  
(5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,57)

### **Histogénesis del hueso**

El hueso se forma por osificación intramembranosa y por osificación intracartilaginosa o endocondral.

A) La osificación intramembranosa ocurre en el mesénquima que se condensa, se vasculariza y las células se diferencian en osteoblastos que depositan la matriz ósea que se calcifica y forma espículas de hueso esponjoso, las cuales se tornan más gruesas y se fusionan formando láminas de hueso compacto .

Algunos osteoblastos quedan atrapados en la matriz y se convierten en osteocitos, dándose una reorganización interna que origina los conductos de Havers, mientras que los osteoblastos y osteoclastos continúan remodelando el hueso. (Fig. 6)

La osificación comienza al final del período embrionario y se lleva a cabo en los huesos del cráneo y del rostro. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

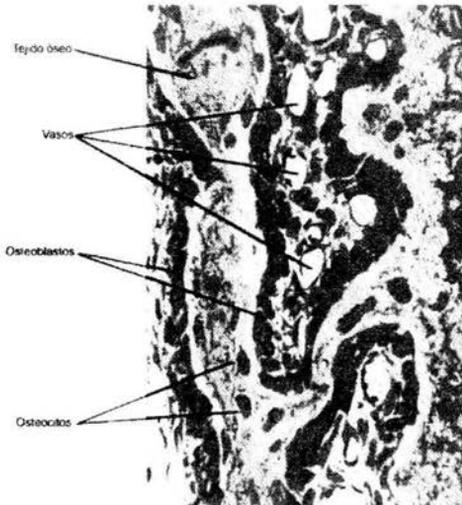


Fig. 6.- Osificación intramembranosa. Los osteoblastos envuelven al tejido óseo producido por ellos, quedando gradualmente prisioneros dentro de la matriz ósea, transformándose en osteocitos. Corte semifino. Azul de Toluidina. Aumento mediano. (Ilustración tomada de Junqueira L.C. Histología básica 4ª ed. México: Masson, 1996.)

B) La osificación endocondral o intracartilaginosa tiene lugar en un modelo cartilaginoso preexistente.

En un hueso largo, la osificación primaria se encuentra en la diáfisis, aquí el cartilago aumenta de tamaño, la matriz se calcifica y las células mueren. Al mismo tiempo se establece una delgada capa de hueso debajo del pericondrio; dicha capa se convertirá en el periostio.

Algunas células mesenquimatosas forman las células hematopoyéticas de la médula ósea, mientras que otras forman osteoblastos que depositan la matriz ósea en las espículas y el proceso continúa hacia los extremos de los huesos.

En el nacimiento las diáfisis están osificadas en gran medida, pero la mayoría de las epifisis todavía son cartilaginosas. El hueso crece en longitud por la unión diafisoepifisaria donde las células epifisarias proliferan por mitosis.

La resorción del hueso mantiene la masa ósea relativamente constante en cuanto a la longitud y agranda la cavidad de la médula. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

### **Centros secundarios de osificación epifisaria**

Las células cartilaginosas epifisarias se hipertrofian y el tejido conectivo vascular invade la epífisis.

Los centros secundarios de osificación aparecen en la epífisis del hueso, durante los primeros meses de vida posnatal.

El cartílago articular y la lámina epifisaria permanecen cartilaginosos mientras se extiende la osificación en todas direcciones. Cuando finaliza el crecimiento, el hueso esponjoso reemplaza la lámina epifisaria, las epífisis y las diáfisis se fusionan y no hay más crecimiento.

El crecimiento del diámetro se debe al depósito óseo en el periostio y a la resorción sobre la superficie medular. El equilibrio entre el depósito y la resorción regula el tamaño del hueso y de la cavidad medular. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

### **Calcificación del hueso**

Hasta ahora no se conoce de manera clara el mecanismo por el cual se depositan los cristales de hidroxapatita. Sin embargo, se sabe que dichos cristales tienen forma de agujas de 30 a 50 Å (Armstrongs) de diámetro y hasta 600 Å de largo.

Se piensa que las agujas están distribuidas de manera lineal a lo largo de las fibrillas de colágena. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

### **Crecimiento del hueso**

1. Los huesos cortos no desarrollan centros de osificación epifisarios y el crecimiento longitudinal se da por el crecimiento intersticial del cartílago en sus extremos. Este se sustituye por hueso, a partir del centro diafisario de osificación.

2. En los huesos largos en los que se desarrollan centros de osificación epifisarios, el crecimiento intersticial del cartilago se convierte en cartilago articular, dándole crecimiento solo a las epífisis y no a las diáfisis.

En los huesos largos que tienen discos epifisarios, el crecimiento intersticial del cartilago en el disco no ayuda al crecimiento de las epífisis cuando ya están bien desarrollados.

Una vez desarrollada la epífisis el cartilago es sustituido por hueso en su lado diafisario, es por eso que el crecimiento intersticial del cartilago solo produce crecimiento de longitud de las diáfisis.

Los huesos planos muestran un predominio de la formación de tejido óseo, sobre la reabsorción del mismo en la superficie interna y externa, formándose así las dos tablas de hueso compacto, mientras que en el centro permanece esponjoso (Díploe).

(5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

## **Fisiología del hueso**

El hueso es el resultado de un proceso de osificación, esto es la deposición de fosfato de calcio en una matriz ósea, proceso que se ve afectado directamente por el efecto de dos hormonas.

Las concentraciones de la hormona paratiroidea y la calcitonina, se alteran por las concentraciones de calcio y fósforo en sangre. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

## **Hormona paratiroidea**

Hay evidencia de que la hormona paratiroidea afecta a las diferentes células de la línea osteogénica. Actúa sobre las células que cubren las superficies óseas, haciendo que se diferencien en osteoclastos.

En los osteoblastos, impide que formen más hueso nuevo para compensar el que se está perdiendo. Las concentraciones de esta hormona en sangre aumentan cuando la concentración de calcio en sangre disminuyen por debajo de los niveles normales. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

### **Calcitonina**

La calcitonina tiene la función inversa que la hormona paratiroidea ya que es secretada cuando las concentraciones de calcio en sangre aumentan. Al parecer la calcitonina afecta también a todas las células de la línea osteogénica.

Mediante la disminución de los sistemas de resorción ósea y por el estímulo de la actividad osteoblástica, se forma mas hueso nuevo para poder absorber el calcio sobrante de la sangre. (5,7,20,25,28,29,30,33,43,48,52,57)

### Capítulo III

## **Particularidades anatómicas del radio y la ulna**

### **Radio**

El radio ocupa una posición craneomedial con respecto a la ulna y consta de tres partes: cabeza o metáfisis proximal, cuerpo y tróclea o metáfisis distal.

Es el mayor de los huesos del antebrazo, tiene un cuerpo largo y aplanado se ensancha en su metáfisis distal. Posee cabeza y cuello manifiestos con circunferencia articular típica, además de la apófisis estiloides e incisura ulnar claras. (Figs.7,8,9,10,11 y 12)  
(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

Presenta para su descripción dos superficies y dos bordes. La superficie craneal es lisa, ligeramente convexa en su longitud y redondeada. La superficie caudal es cóncava en su longitud y aplanada en dirección transversa. (Figs. 7,8,9 y 11) En su parte proximal, existe un pequeño surco poco profundo que junto con la ulna, forman el espacio interóseo del antebrazo (*spatium interosseum antebrachii*). (Figs.7 y 8) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

El borde medial es ligeramente cóncavo en toda su longitud, el borde lateral está más curvado, pero no presenta ninguna característica especial. (Figs.7 y 8)

El radio tiene tres centros de osificación, uno para el cuerpo y uno para cada extremo.

La metáfisis fértil es la distal, uniéndose al resto del hueso alrededor de los 10 a 12 meses de edad. La metáfisis proximal se fusiona cerca de los 8-9 meses.  
(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

## Ulna

Este hueso presenta una situación caudolateral con respecto al radio, consta de tres partes: metáfisis proximal, cuerpo y proceso estiloides o metáfisis distal. (Figs. 7,8,9,11,13,14,15 y 16)

Su borde lateral o interóseo presenta una cresta, debida a la inserción de la membrana interósea del antebrazo.

La ulna presenta tres caras que se estrechan y unen en una punta distal, pasando de una forma prismática a una cilíndrica.

La ulna también tiene tres centros de osificación, uno para el cuerpo y la metáfisis proximal, otro para la tuberosidad del olécranon y el último para la metáfisis distal.

Ambos huesos solo se articulan por sus extremos, permitiendo ciertos movimientos de pronosupinación (45°). (Figs. 13 y 14). En posición normal aparecen ligeramente cruzados: el radio es lateral en la metáfisis proximal y medial en la distal, ocurriendo lo contrario con la ulna. (Figs 7 y 8) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

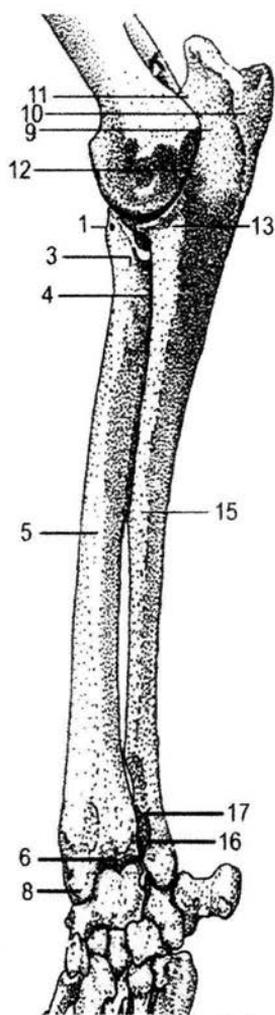


Fig. 7

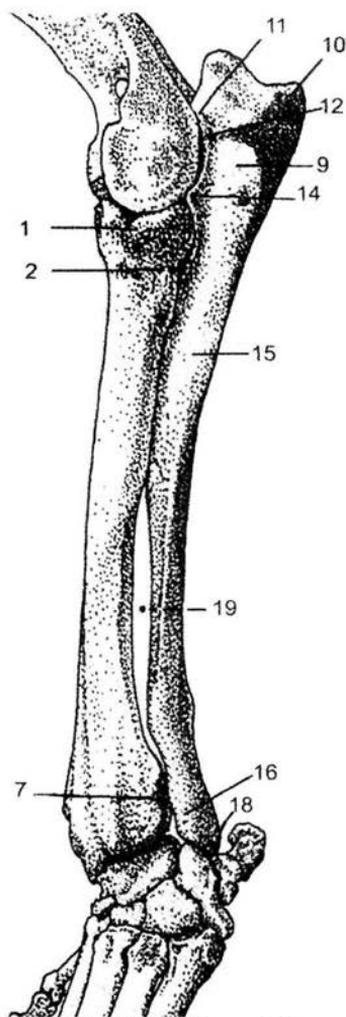
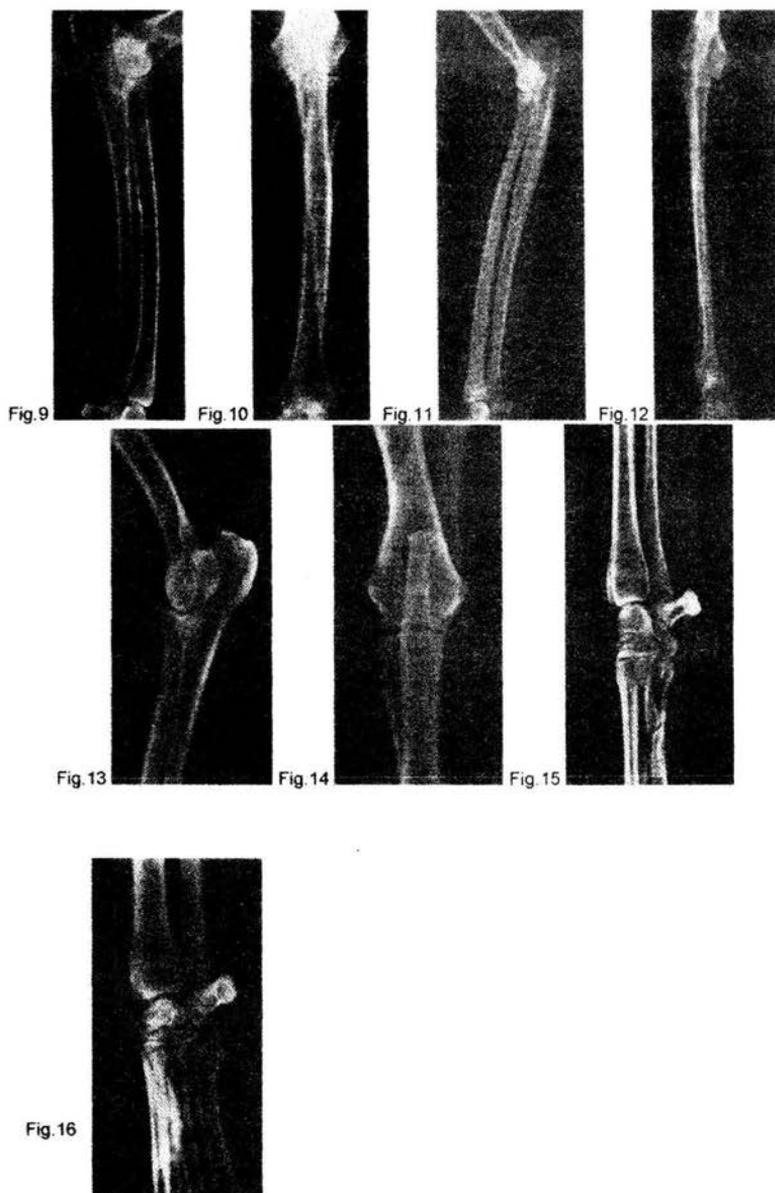


Fig. 8

Esquema que ilustra las partes del radio y la ulna. (A.- Vista medio-lateral, B.- Vista latero-medial)  
 1. Cabeza del radio, 2. Circunferencia articular, 3. Cuello del radio, 4. Tuberosidad radial, 5. Cuerpo del radio, 6. Tróclea radial, 7. Articulación distal radio y ulna, 8. Proceso estiloides medial, 9. Olécranon, 10. Tuberosidad olecraneana, 11. Proceso anóneo, 12. Corredera troclear, 13. Proceso coronoide medial, 14. Proceso coronoide lateral, 15. Cuerpo de la ulna, 16. Proceso estiloides, 17. Circunferencia articular, 18. Proceso estiloides lateral, 19. Espacio interóseo antebraquial. (Ilustración tomada de Popesko P. Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos, Barcelona: Salvat, 1990.)



Figs. 9 y 10. Radiografías de radio y ulna de un perro adulto en trayectoria laterolateral y cráneo-caudal.

11 y 12. Radiografías de radio y ulna de un gato adulto en trayectoria laterolateral y cráneo-caudal.

13 y 14. Articulación húmero-radio-ulnar en trayectoria laterolateral y cráneo-caudal.

15 y 16. Articulación carporradial en trayectoria laterolateral y cráneo-caudal

Observe la anatomía normal del radio y la ulna en el perro y el gato, en proyecciones laterolateral y cráneo-caudal, además observe la anatomía normal de las articulaciones húmero-radio-ulnar y carporradial.

**Músculos del antebrazo.**

La acción de un músculo o grupo muscular sobre una articulación depende de su localización con respecto a ésta. Los extensores están situados a los lados de la articulación donde la contracción alineará los huesos o enderezará el miembro.

Los flexores cruzan la superficie donde existe un ángulo más pequeño entre los huesos.

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

En la región del antebrazo podemos encontrar los siguientes músculos:

Extensor carpoulnar, extensor digital lateral, extensor digital común, extensor carporradial, braquioradial, abductor digital I largo, tríceps braquial, ancóneo, braquial, bíceps braquial, tensor de la fascia del antebrazo, pronador teres, flexor carpo-ulnar, flexor carporradial, flexor digital superficial, flexor digital profundo, los cuales se dividirán en flexores y extensores, para su mejor comprensión. (Figs. 17 y 18) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

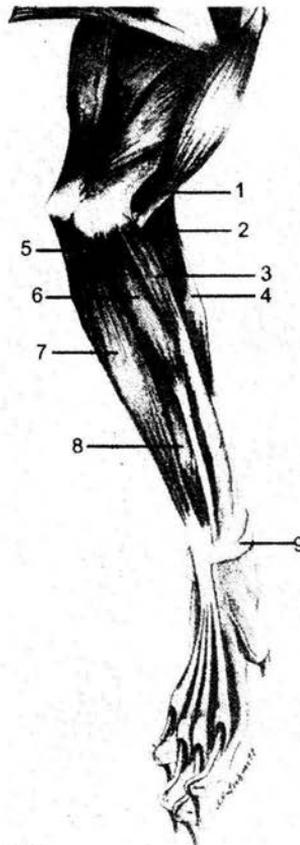


Fig. 17. Músculos del antebrazo; vista medial.

1. Braquial, 2. Extensor carporradial, 3. Pronador teres, 4. Braquiorradial, 5. Flexor carpoulnar, 6. Flexor carporradial, 7. Flexor digital superficial, 8. Flexor digital profundo, 9. Retináculo flexor. (Ilustración tomada de Popesko P. Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Barcelona: Salvat, 1990.)

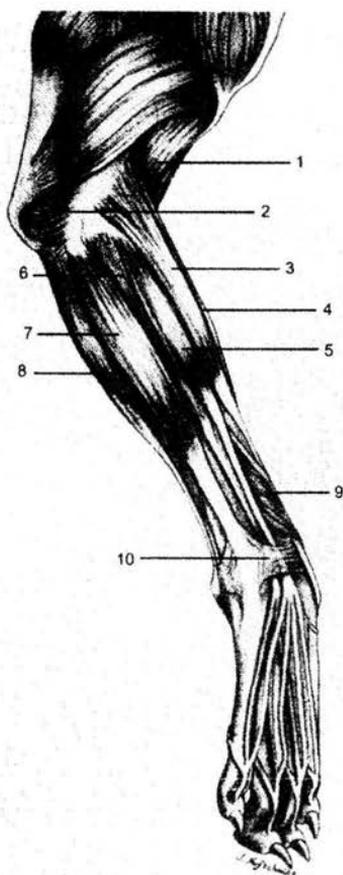


Fig. 18. Músculos del antebrazo; vista lateral.

1. Braquial, 2. Ancóneo, 3. Extensor carporradial, 4. Braquiorradial, 5. Extensor digital común, 6. Extensor digital lateral, 7. Extensor carpoulnar, 8. Flexor carpoulnar, 9. Pronador cuadrado, 10. Retináculo extensor. (Ilustración tomada de Popesko P. Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos, Barcelona: Salvat, 1990.)

### Extensores

- Extensor carpoulnar (*extensor carpi ulnaris*)

Es el músculo más caudolateral del grupo extensor. Surge a partir del epicóndilo lateral del húmero. Su tendón es ancho y fuerte, diferenciándose rápidamente de los otros músculos del grupo.

Pasa sobre la porción lateral del carpo, sin surco, se une a la porción proximal del metacarpo V. En el carpo está unido por tejido fibroso al hueso accesorio del carpo. Es tan caudal que actúa como flexor del carpo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Extensor digital lateral (*extensor digitorum lateralis*)

Es el siguiente músculo en cuanto a posición caudal. Su origen no es tan proximal y por tanto surge desde el ligamento colateral ulnar del codo y de la tuberosidad lateral del radio.

Los tendones están incluidos en una lámina común a medida que descienden por el surco entre radio y ulna, sobre la superficie dorsolateral del carpo hasta los metacarpos II y III en perros y hasta los metacarpos II y V en felinos. Extiende las articulaciones del carpo y la de los dedos correspondientes. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Extensor digital común (*extensor digitorum communis*)

Surge sobre la porción distal de la cresta epicondilar lateral y el epicóndilo lateral del húmero, asienta caudal y parcialmente profundo al extensor carporradial.

Los dos músculos se unen en su origen por una aponeurosis común, convirtiéndose en un tendón, que desciende a través del surco lateral del radio. Inmediatamente distal al carpo se separa en cuatro tendones más delgados que continúan hasta la superficie dorsal del dedo, para insertarse sobre la falange distal correspondiente. Extiende las articulaciones del carpo y las falángicas. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Extensor carpo-radial (*extensor carpi radialis*)

Es el más largo y más craneal del grupo extensor. Surge de la cresta epicondilea lateral y da origen a dos tendones en los dos tercios distales del radio, siendo rodeados por una vaina sinovial, a medida que descienden hasta la inserción, cruzan el surco medio del

radio para insertarse en la parte proximal de los metacarpos II y III. Extiende la articulación desde el carpo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Braquiorradial (*brachioradialis*)

Es estrecho, largo y se asienta a lo largo de la vena cefálica. Está reducido de tamaño y en algunos casos puede llegar a encontrarse ausente.

Surge a partir de la cresta epicondilea lateral y desciende a lo largo de la porción craneal del extensor carporradial para insertarse en el periostio del radio, donde el músculo se convierte en tendón. Su función es supinar al antebrazo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Abductor digital I largo (*abductor digiti I longus*)

Surge de la superficie lateral del radio y de la ulna, sus fibras se dirigen oblicuas y medial, distalmente profundas a los digitales I y II y al tendón del extensor digital común, para cruzar superficialmente los tendones del extensor carporradial. Su función es abducir el dedo I, también lo extiende y produce una desviación media de la mano. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Tríceps braquial (*triceps brachii*)

Está formado por cuatro cabezas que asientan caudalmente a la articulación escápulo-humeral y se insertan en el olécranon. Extiende la articulación del codo.

1. Cabeza larga. Es la mayor de todas y surge del borde caudal de la escápula. El tendón de inserción se fija a la parte caudal del olécranon.
2. Cabeza lateral. Es la siguiente en tamaño, surge de la aponeurosis de la cresta lateral del húmero. Posee un tendón corto pero ancho que se confunde con el de la cabeza mayor.

3. Cabeza medial. Es pequeña y está hendida. Se origina en la zona de la tuberosidad del teres del húmero entre el coracobraquial y el teres mayor. Se inserta en la porción medial del olécranon y se une al tendón de la cabeza mayor.
4. Cabeza accesoria. Surge de la parte caudal del cuello del húmero y forma un tendón largo que se confunde con los otros en el olécranon.  
(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ancóneo (*anconeus*)

Es corto y ancho, surge de la cresta epicondilar lateral del húmero. Se inserta lateralmente en el extremo proximal de la ulna.

Su porción proximal asienta profunda al tríceps braquial. Su función es extender la articulación del codo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Braquial (*brachialis*)

La porción distal se hace más estrecha, cruza la superficie flexora del codo, para insertarse con el bíceps en la tuberosidad radial. Proximalmente es lateral a las inserciones de los músculos braquiocefálicos, pectorales superficiales y deltoides. Flexiona la articulación del codo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

## **Flexores**

- Bíceps braquial (*biceps brachii*)

Nace por un tendón largo y fuerte del tubérculo supraglenoideo. El tendón pasa por el surco intertubercular. Distal al surco, el tendón proporciona un músculo fusiforme que desciende craneomedial por el brazo, para insertarse sobre las tuberosidades ulnar y radial, entre las cuales se inserta el músculo braquial. Extiende la articulación del hombro y flexiona la del codo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Pronador redondo (pronator teres)

Surge del epicóndilo medial del húmero y cruza a la mitad de la articulación del codo, para insertarse en el borde medial del radio. Es redondeado y dirigido distal, ligeramente craneal desde el origen a la inserción. Su función es pronar las articulaciones radioulnares. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Tensor de la fascia del antebrazo (tensor fasciae antebrachii)

Asienta a lo largo de la superficie caudomedial de la cabeza mayor del tríceps braquial. Se inserta en el olécranon y en la fascia antebraquial. El tensor de la fascia del antebrazo flexiona y también tensa la fascia antebraquial. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Flexor carpoulnar (flexor carpi ulnaris)

Es el músculo más caudal del grupo flexor y está formado por dos porciones que no se unen. La caudal es la más pequeña y se llama cabeza ulnar. La porción proximal nace del extremo proximal de la ulna y desciende lateral al flexor digital superficial y se inserta independientemente en el hueso accesorio del carpo. Flexiona la articulación del carpo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Flexor carporradial (flexor carpi radialis)

Se asienta inmediatamente caudal al músculo pronador teres. Cerca de la mitad del antebrazo se divide e inserta a los lados palmares de las porciones proximales de los metacarpianos II y III. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Flexor digital superficial (flexor digitorum superficialis)

Es un músculo en posición proximocaudal que nace de un tendón en la parte caudal del epicóndilo medial del húmero.

Este tendón pasa superficialmente al retináculo flexor y medial al hueso accesorio del carpo. En la superficie palmar del metacarpo, se divide en cuatro tendones que siguen a los dedos principales. En dirección distal, el tendón digital superficial se divide, pasando a los lados del tendón flexor digital profundo, luego se inserta en el extremo proximal de la falange media, por la que suele continuar el flexor digital profundo. Flexiona el carpo y la articulación falángica proximal. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Flexor digital profundo (flexor digitorum profundus)

Es el músculo más profundo del grupo caudal. Está formado por tres cabezas que se unen cerca del carpo, para formar un tendón que pasa distalmente a través del canal carpiano. En la región del metacarpo asienta profundo al tendón del flexor digital superficial.

La cabeza humeral, representa la mayor parte del músculo y está formada a su vez por tres vientres provenientes del epicóndilo medial del húmero. Asienta caudalmente al radio incluido por otros músculos.

Desde la porción caudomedial del radio, surge la cabeza radial.

La cabeza ulnar es la que le sigue en tamaño y se origina a lo largo del borde caudal. Se encuentra profunda al flexor y extensor carpoulnar. Su función es flexionar el carpo y las articulaciones falángicas. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

## **Ligamentos**

Los ligamentos son bandas de tejido fibroso blanco, denso y flexible, muy resistente y casi inextensible, que unen a las piezas esqueléticas que conforman una articulación. (Figs. 19 y 20) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ligamento colateral medial (*lig. collaterale cubiti mediale*)

Se inserta proximalmente en la eminencia del epicóndilo medial del húmero y pasa profundo en la parte proximal del espacio interóseo para terminar en la superficie caudal del radio, ligeramente en posición media a la inserción del ligamento lateral. (Fig.20) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ligamento colateral lateral (*lig. collaterale cubiti laterale*)

Es corto y fuerte, se inserta proximalmente en la depresión del epicóndilo lateral del húmero y en su parte distal en la eminencia distal del cuello del radio, inmediatamente distal al borde de la superficie articular, sin embargo parte de él se inclina caudalmente y se une a la ulna. Este ligamento es muy ancho y forma una especie de capa sobre la tuberosidad proximal del radio. (Fig.19) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ligamento anular del radio (*lig. anulare radii*)

Surge a partir de la tuberosidad proximal del radio y se extiende cruzando la parte craneal del extremo proximal del radio y termina en la ulna. Aunque está incorporado a la cápsula articular, se puede diferenciar claramente. El ligamento medio es mas estrecho, surge en el epicóndilo medial del húmero y pasa profundamente dentro de la parte proximal del espacio interóseo para terminar caudal al radio, ligeramente en posición media a la inserción del ligamento lateral; existe una inserción pequeña al borde interóseo de la ulna. (Fig.19) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ligamento oblicuo (*lig. olecrani*)

Es una inserción al borde interóseo de la ulna. Una banda elástica se extiende desde el borde medial de la fosa del olécranon hasta el olécranon. (Figs.19 y 20) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ligamento radio ulnar (lig. radioulnare)

Está formado por fibras que pasan craneoproximales al espacio interóseo de cada borde del cuerpo de la ulna a la superficie caudodistal del radio. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Ligamento interóseo del antebrazo (lig. interosseum antebrachii)

Es un ligamento fuerte, se extiende distal al espacio interóseo mas allá de la mitad de la ulna sin llegar a la mitad del radio, se va osificando con la edad, proximal al espacio llega a persistir el ligamento. (Fig.19) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

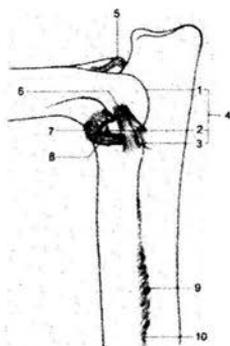


Fig.19.- Esquema de la articulación del codo izquierdo, vista lateral.

1. Articulación húmero ulnar, 2. Articulación húmero radial, 3. Articulación radioulnar proximal, 4. Articulación húmero-radio-ulnar, 5. Lig. del olécranon, 6. Lig. colateral ulnar lateral, 7. Cápsula articular, 8. Lig. anular del radio, 9. Lig. interóseo antebraquial, 10. Membrana interósea antebraquial. (Ilustración tomada de Schaller O. Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada. España: Acribia, 1996.)

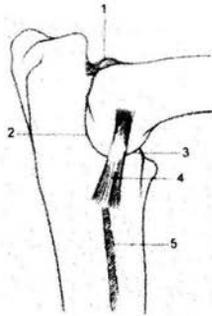


Fig.20.- Articulación del codo izquierdo, vista medial.

1. Lig. del olécranon, 2. Articulación húmeroulnar, 3. Articulación húmeroradial, 4. Lig. colateral ulnar medial, 5. Membrana interósea antebraquial. (Ilustración tomada de Schaller O. Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada. España: Acribia, 1996.)

## Inervación

La inervación de esta zona anatómica se origina en el plexo braquial, el cual se encuentra formado por las raíces ventrales de los pares cervicales VI, VII y VIII y de los pares torácicos I y II, con una contribución inconstante del V cervical.

El plexo braquial, no se distribuye en los músculos escalenos. Los nervios cursan caudoventralmente, hacia el borde craneal de la I costilla, entre los músculos subescapular y supraespinoso y el serrato ventral cervical para llegar a la entrada del espacio axilar. (Fig. 21) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

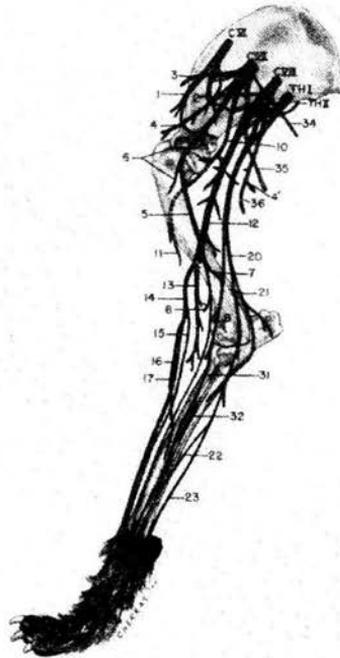


Fig.21.- Plexo braquial del perro; vista medial.

1. n. supraescapular, 2. n. subescapulares, 3. n. supraclavicular, 4. n. pectoral craneal, 4'. pectoral caudal, 5. n. músculo cutáneo, 6. rama muscular proximal, 7. rama comunicante entre 5 y 31, 8. rama muscular distal, 9. n. antebraquial cutáneo medio, 10. n. axilar, 11. n. antebraquial cutáneo craneal, 12. n. radial, 13. rama profunda del n. radial, 14. rama superficial del n. radial, 15. rama medial de 14, 16. rama lateral de 14, 17. n. antebraquial cutáneo lateral, 20. n. ulnar, 21. n. antebraquial cutáneo caudal, 22. rama dorsal del n. ulnar, 23. rama palmar del n. ulnar, 31. n. mediano, 32. n. antebraquial interóseo, 34. n. torácico largo, 35. n. toracodorsal, 36. n. torácico lateral, C VI, C VII y C VIII n. cervicales. TH I, TH II n. Torácicos. (Ilustración tomada de Getty R. Sisson S. Grossman J.D. Anatomía de los animales domésticos. 5ª ed Barcelona: Salvat, 1985.)

La inervación en esta zona esta dada por los siguientes nervios.

- Nervio radial (*n. radialis*)

Es el nervio más largo del plexo braquial, inerva a los músculos extensores del codo, carpiano, también al supinador, el braquiorradial y la piel de la porción craneal del antebrazo. Se origina del VII y el VIII nervio cervical y del I y II nervio torácico. El nervio radial se localiza lateral a la vena axilar y medial a la arteria axilar.

En el espacio dentro de la cabeza medial y la cabeza larga del tríceps, el nervio radial se divide en varias ramas, una de ellas corre proximolateral y se distribuye en la cabeza larga del tríceps, la otra rama se localiza distolateral y representa la continuación del nervio radial, inervando parte del músculo braquial. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

1. Rama profunda (*ramus profundus*)

La rama profunda de la parte antebraquial del nervio radial, pasa en primer lugar, por debajo del músculo extensor carporadial, originándose en la cresta lateral supracondilea. Como la rama profunda, cruza la superficie flexora de la articulación, manda una rama articular a la parte craneolateral, mientras que otra parte de la rama profunda, pasa por debajo del músculo supinador, inervándolo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

2. Rama superficial (*ramus superficialis*)

Es la rama más craneal del nervio radial, emerge de la cabeza lateral del tríceps y corre oblicuo en el músculo braquial donde es cubierto por una fascia intermuscular, la cual se divide en otras dos ramas: rama lateral (*ramus lateralis*) y rama medial (*ramus medialis*). Estas ramas continúan hacia el carpo en relación a las ramas lateral y medial de la arteria braquial superficial respectivamente. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

- Nervio antebraquial lateral cutáneo (*n. cutaneus antebrachii lateralis*)

Nace en la rama lateral de la porción superficial del nervio radial. Se hace visible en el borde ventral de la cabeza lateral del tríceps braquial.

Ramas pequeñas se derivan de las ramas lateral y medial del nervio radial superficial, inervando la piel de la parte dorsal del antebrazo, como la rama craneal cutánea del antebrazo (*cranial cutanei antebrachiales craneales*). (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

- Nervio mediano (*n. medianus*)

Emerge desde el VIII nervio cervical y de los dos primeros nervios espinales torácicos, el nervio mediano es más craneal en relación al nervio ulnar.

La unión entre el nervio mediano y el nervio ulnar se encuentra caudal a la arteria braquial y lateral a la vena braquial.

Inerva algunos músculos flexores del antebrazo y parte de la piel de la cara palmar del carpo, metacarpo y los dedos. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

1. Ramas musculares (*rami musculares*)

Emergen por debajo del músculo pronador teres de la parte caudal del nervio.

La rama más corta y proximal inerva al músculo flexor carporadial. El grupo restante, cruza por la parte medial de la vena braquial y la mayoría terminan en la parte superficial del músculo flexor digital superficial. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

- Nervio interóseo (*n. interosseous antebrachii anterior*)

Corre por la parte proximal de la membrana interósea, posteriormente distal, a la mitad proximal del músculo *pronador quadratus*, donde aparece una fina línea blanca y entra en la mitad distal de éste inervándolo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

- Nervio ulnar (*n. ulnaris*)

Emerge cerca del nervio radial y del nervio mediano, desde el VIII nervio cervical y desde los primeros dos nervios torácicos.

Después de dejar la parte caudal del plexo braquial los nervios mediano y ulnar son flanqueados por la arteria braquial craneal y por la vena braquial caudal.

El nervio ulnar mide cerca de 3mm de diámetro, corre por debajo de la fascia antebraquial y hacia distal por el borde craneal de la cabeza media del tríceps, penetra en la parte caudomedial del antebrazo.

Inerva a los músculos flexores y la piel de la cara caudal del antebrazo y la lateral de la mano. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

- Nervio caudal cutáneo antebraquial (*n. cutaneous antebrachii caudalis*)

Se deriva de la parte caudal del nervio ulnar, cerca del tercio distal del brazo y pasa sobre la parte medial del olécranon. En su curso subcutáneo, a la mayoría del tejido inervado le acompaña la vena y la arteria colateral ulnar.

Este nervio inerva proximalmente las dos terceras partes de la piel de la parte caudolateral del antebrazo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,43,46)

## Irrigación

El riego sanguíneo arterial del miembro torácico del perro y el gato deriva de la arteria axilar, que es la prolongación de la subclavia detrás de la costilla, la cual se origina de la arteria cervical superficial. La arteria axilar cruza la axila y está relacionada con los nervios del plexo braquial. Se divide en dos ramas terminales: subescapular y arterias braquiales.

Las venas se derivan de la vena braquial y de la vena axilar que descienden por la axila, mas allá del borde craneal de la primera costilla, proceden de la vena braquiocefálica.

(Figs. 22 y 23). (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)



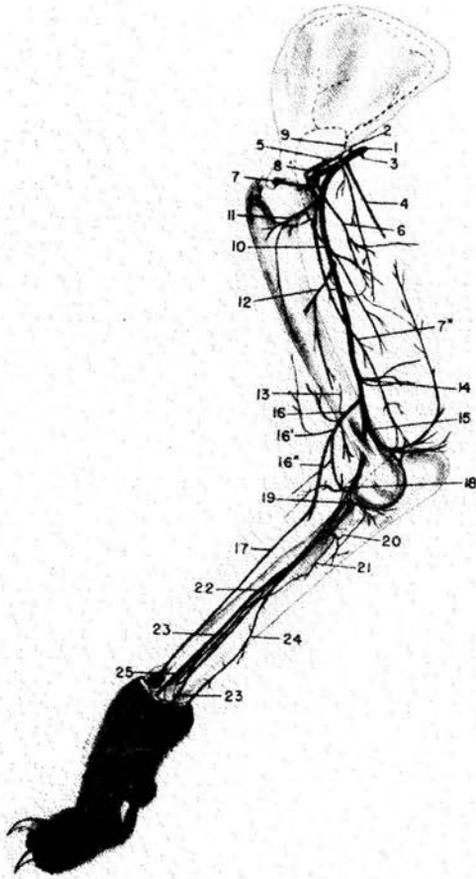


Fig.23. Arterias del miembro torácico derecho del gato; vista medial.

1. a. axilar, 2. rama muscular, 3. a. torácica externa, 4. a. torácica lateral, 5. a. subescapular, 6. a. toracodorsal, 7. a. humeral circunfleja caudal, 7''. Rama distal (a. radial colateral), 8. a. subescapular (continuación de 5), 9. a. escapular circunfleja, 10. a. braquial, 11. a. humeral circunfleja craneal, 12. a. braquial profunda, 13. a. nutricia del húmero, 14. ramas musculares, 15. a. ulnar colateral, 16. a. braquial superficial, 16'. A. bicipital, 16''. Rama descendente, 17. a. antebraquial superficial craneal, 18. a. ulnar transversa, 19. a. ulnar recurrente, 20. a. antebraquial profunda, 21. a. interósea craneal, 22. a. interósea caudal, 23. a. mediana, 24. a. ulnar, 25. a. radial. (Ilustración tomada de Getty R. Sisson S. Grossman J.D. Anatomía de los animales domésticos. 5ª ed. Barcelona: Salvat, 1985.)

- Arteria braquial (*a. brachialis*)

La arteria braquial es la continuación distal de la arteria axilar en el brazo, continúa su descenso entre el bíceps braquial, a lo largo de la superficie medial del brazo.

Al principio está relacionada con el nervio musculocutáneo y el nervio radial, en la mitad distal del brazo, se relaciona caudalmente con los nervios mediano y ulnar. Se dirige distalmente a lo largo de la superficie flexora del codo, donde pasa entre el bíceps braquial y el pronador redondo, acompañando al nervio mediano, bajo el flexor carporradial. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria antebraquial superficial craneal (*a. antebrachialis superficialis cranialis*)

Se divide en ramas medial y lateral, descendiendo a cada lado de la vena cefálica en la superficie del extensor carporradial.

La rama lateral da origen a las arterias digitales comunes dorsales II, III y IV, que descienden a los espacios intermetacarpianos correspondientes. La rama medial, en el carpo, junto con las ramas dorsales de las arterias radial y ulnar forman la red carpiana dorsal. Posteriormente la rama medial se continúa como arteria digital común dorsal I y desciende al espacio intermetacarpiano respectivo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria ulnar transversa (*a. transversa cubiti*)

Es muy pequeña y forma un tronco común con la arteria bicipital. Cursa lateralmente a lo largo de la superficie flexora del codo entre los músculos bíceps braquial y el húmero. Envía ramas a la articulación del codo y a los músculos braquial, supinador y extensores del carpo y dedos. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria ulnar recurrente (*a. recurrens ulnaris*)

Cursa caudalmente hacia el epicóndilo medial del húmero.

Existen dos arterias recurrentes que irrigan los músculos pronador teres, flexor carporradial, flexor carpoulnar, flexor digital superficial y cabezas humeral y ulnar del flexor digital profundo. Se anastomosa con la arteria ulnar colateral cerca del epicóndilo

medial del húmero y con la antebraquial profunda, sobre la superficie profunda del flexor digital superficial. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria ulnar (*a. ulnaris*)

Se encuentra distal y lateral al nervio ulnar. Se divide en ramas carpianas dorsal y palmar. Se anastomosa con la rama palmar de la arteria interósea caudal. La rama palmar superficial pasa distal siguiendo al flexor carpoulnar.

La rama palmar profunda se extiende bajo el flexor digital profundo, envía ramas al interóseo y abductor, finalmente contribuye a la formación del arco palmar profundo.

Proporciona ramas a los flexores carporradial y carpoulnar, extensor carpoulnar, flexores superficial y profundo y pronador cuadrado.

La arteria ulnar proporciona una arteria ulnar colateral distal medial de la ulna. Cursa próxima con el nervio homónimo y se anastomosa con las arterias ulnar colateral y ulnar recurrente. Proporciona una rama pequeña al flexor carpoulnar. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria interósea común (*a. interossea communis*)

Surge ligeramente distal al codo, procede más lateral hacia el extremo proximal del cuadrado pronador y, en el interior del espacio interóseo del antebrazo, se divide en arterias interósneas craneal y caudal. Proporciona ramas a los flexores carpoulnar y digital profundo. Cerca del origen libera la arteria ulnar, encontrándose una variación en especial con relación al origen de la arteria antebraquial profunda. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria interósea craneal (*a. interossea cranialis*)

Cursa a través del espacio interóseo sobre la superficie craneal del antebrazo después de penetrar por la membrana interósea. La arteria interósea recurrente se anastomosa con la

arteria ulnar colateral y las ramas van a los músculos extensores del carpo y dedos, formando la red carpiana dorsal. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria interósea caudal (*a. interossea caudalis*)

Desciende dentro del espacio interóseo cubierta por el pronador cuadrado. Proximal al carpo se divide en una rama carpiana dorsal (interóseo) y otra carpiana palmar. La arteria interósea caudal proporciona ramas al pronador cuadrado, cabezas humeral y ulnar del flexor digital profundo, extensor digital profundo, extensor digital común y lateral, abductor digital I de los dedos y extensor largo digital I y II.

La rama dorsal aparece bajo el músculo abductor digital I y contribuye a la formación de la red carpiana dorsal. La rama carpiana palmar desciende bajo el flexor digital profundo y cerca de la articulación carpoulnar, se anastomosa con la rama correspondiente de la arteria ulnar. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria mediana (*a. mediana*)

Es la mayor del antebrazo, prolongación distal de la braquial por detrás del origen de la arteria interósea común.

La arteria mediana cruza la cara profunda del flexor carporradial y proporciona ramas al pronador teres, flexores carpoulnar, flexor digital superficial y cabeza humeral digital profundo. Desciende con el nervio mediano a lo largo del borde medial del flexor digital profundo y envía una rama a la proximal radial para el carpo. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria antebraquial profunda (*a. profunda antebrachii*)

Es relativamente grande y surge como la primera rama, de la cara caudal de la a. mediana, dentro del tercio proximal del antebrazo. Pasa distolateral, bajo el flexor carporradial y luego entre las cabezas del flexor digital profundo. Se divide en ramas

ascendente y descendente, las cuales se ramifican en el interior de los músculos precedentes; flexores digital superficial y carpoulnar. (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Arteria radial (*a. radialis*)

Surge de la cara craneal de la a. mediana, cerca de la mitad del antebrazo. Desciende a lo largo del borde caudomedial del radio, bajo el origen aponeurótico del flexor carpoulnar. Proporciona una rama a la cabeza radial del flexor digital profundo.

Proximal al carpo, se divide en ramas carpianas dorsal y palmar.

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

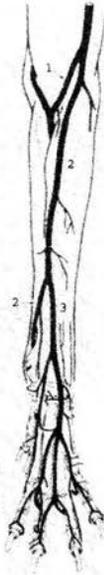


Fig.24. Vena cefálica, vista craneal.

1 V. mediana del codo, 2 v. cefálica, 3 v. cefálica accesoria. (Ilustración tomada de Schaller O. Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada. España: Acribia, 1996.)

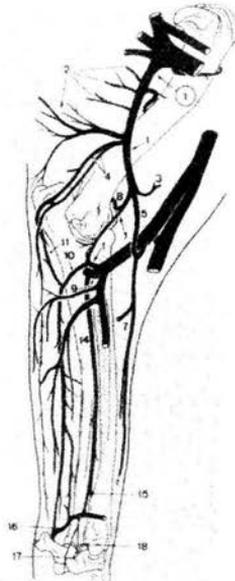


Fig.25. Venas del miembro torácico izquierdo, visión medial

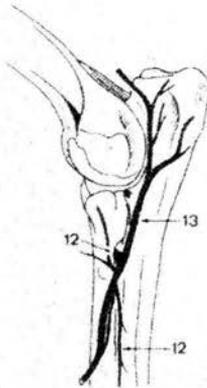


Fig.26. Venas del codo izquierdo, vista lateral.



Fig.27. Venas del codo izquierdo en el gato, vista medial.

1 V. braquial, 2 v. braquial profunda, 3 v. bicipital, 4 v. colateral ulnar, 5 v. braquial superficial, 6 v. bicipital, 7 v. radial superficial, 8 v. transversa del codo, 9 v. interósea común, 10 v. ulnar, 11 v. ulnar recurrente, 12 v. interósea craneal, 13 v. interósea recurrente, 14 v. interósea caudal, 15 rama interósea, 16 rama palmar, 17 rama superficial, 18 rama profunda. (Ilustración tomada de Schaller O. Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada. España: Acribia, 1996.)

- Vena braquial (*v. brachialis*)

Continuación de la vena axilar. Acompaña a la arteria correspondiente. (Figs.25 y 27)

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena braquial profunda (*v. profunda brachii*)

Acompaña a la arteria correspondiente, hacia la musculatura caudal del brazo. (Fig.25)

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena bicipital (*v. bicipitalis*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Se introduce en el músculo biceps braquial. (Figs.

25 y 27) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena colateral ulnar (*v. collateralis ulnaris*)

Se ramifica en el olécranon y envía una rama distalmente que se anastomosa con la

vena ulnar. (Figs.25 y 27) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena braquial superficial (*v. brachialis superficialis*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Cruza craneodistalmente la parte distal del bíceps braquial. (Fig.25) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena radial superficial (*v. radial superficial*)

Acompaña junto con sus ramas, a las arterias correspondientes. (Figs.25 y 27)  
(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena transversa del codo (*v. transversa cubiti*)

Acompaña a su arteria correspondiente, se incurva lateralmente cruzando la articulación del codo. (Figs.25 y 27) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena interósea común (*v. interossea communis*)

Acompaña a la arteria correspondiente, llega al espacio interóseo del antebrazo. (Fig.25)  
(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena ulnar (*v. ulnaris*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Se une a la rama palmar de la vena interósea caudal. (Fig.25) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena ulnar recurrente (*v. recurrens ulnaris*)

Acompaña a la arteria correspondiente, se une a la vena colateral ulnar. (Fig.25)  
(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- **Vena interósea craneal** (*v. interossea cranialis*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Atraviesa la parte proximal del espacio interóseo del antebrazo cranealmente y continúa distalmente a lo largo de la cara craneal de la membrana interósea del antebrazo. (Fig.26) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- **Vena interósea recurrente** (*v. recurrens interossea*)

Acompaña a la arteria correspondiente, continúa proximalmente hacia la cara lateral de la articulación del codo y contribuye a la red articular del codo. (Fig.26)

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- **Vena interósea caudal** (*v. interossea caudalis*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Pasa entre la membrana interósea del antebrazo y el músculo pronador cuadrado. (Fig.25) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- **Rama interósea** (*ramus interosseus*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Sale de la vena interósea caudal y atraviesa la parte distal del espacio interóseo del antebrazo, para unirse a la vena interósea craneal.

(Fig.25) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- **Rama palmar**(*ramus palmaris*)

Acompaña a la arteria correspondiente, es continuación de la vena interósea caudal mas allá del origen de la rama palmar del carpo, se une a la vena ulnar. (Fig.25)

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Rama superficial(*ramus superficialis*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Pasa por la cara palmar del metacarpo, se une al arco palmar superficial y continúa como vena digital común IV y vena digital palmar V.

(Fig.25) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Rama profunda(*ramus profundus*)

Acompaña a la arteria correspondiente. Va hacia los músculos interóseos, constituyendo la contribución lateral al arco palmar profundo. (Fig.25) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena cefálica

Rama de la vena yugular externa o de la cervical superficial. Desciende caudomedial al músculo braquiocefálico, sigue superficialmente a lo largo del borde medial del músculo extensor radial del carpo y termina uniéndose a la vena radial en la cara mediopalmar del carpo. (Fig.24) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena mediana del codo (*v. mediana cubiti*)

Conexión caudodistal con la vena braquial y la vena braquial superficial en la cara craneal del codo. (Fig.24) (1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

- Vena cefálica accesoria (*v. cephalica accesoria*)

Rama subcutánea que se origina hacia el centro de la región del brazo, en la parte inferior de su tercio medio. Cursa sobre la cara dorsomedial del carpo y metacarpo. (Fig.24)

(1,17,18,19,20,23,33,36,39,46,48)

## **Capítulo IV**

### **La articulación humero-radio-ulnar y carporradial.**

#### **Desarrollo del cartílago**

El cartílago aparece como condensaciones mesenquimatosas, aproximadamente en la quinta semana de gestación. Las células proliferan, se encierran y las fibras cartilaginosas o elásticas se depositan en la matriz ósea. En el caso de las articulaciones el cartílago es de tipo hialino, ya que su mayor cualidad es la elasticidad, asegurando así una alta resistencia al estrés. (1,7,17,18,19,20,25,28,30,48)

#### **Desarrollo articular**

El proceso inicia cuando el mesénquima que se encuentra entre los huesos en desarrollo se diferencia, dando origen a los ligamentos capsulares y a los ligamentos periféricos. El mesénquima desaparece de entre los huesos y forma la cavidad articular propiamente dicha, este mesénquima que reviste la cápsula y las superficies articulares forma la membrana sinovial. (1,7,17,18,19,20,25,28,30,48)

#### **Líquido sinovial**

Es un líquido incoloro, espeso y pegajoso derivado del suero, rico en ácido hialurónico, que se encuentra en las cavidades articulares. Tiene propiedades lubricantes por la presencia de mucopolisacáridos y ácido hialurónico. Su función es reducir la fricción facilitando el deslizamiento de sus superficies articulares, nutre al cartílago articular por difusión, facilitada por el movimiento normal de la articulación. (18,20,23,28,43)

Entre el líquido sinovial y la membrana fibrosa se encuentran depósitos de grasa que pueden protruirse hacia el espacio entre los huesos que forman la articulación.

El líquido se forma en la membrana sinovial, la cual esta formada por células planas o cuboides llamadas sinoviocitos, que descansan sobre tejido conjuntivo laxo, denso o adiposo, según la región de que se trate. Son estas células, las que sintetizan ácido hialurónico y varias proteínas para el líquido sinovial. (1,7,17,18,19,20,25,28,30,48)

#### Características bioquímicas del líquido sinovial

- Cantidad en ml: 0.1 – 1.0
- Contenido protéico normal es de <1g/dl,
- Glóbulos blancos: 0.1 – 3.0 ( $\times 10^3/cm$ )
- Neutrófilos : 1 – 10%
- Linfocitos: 50 – 60%
- Histiocitos: 20 – 30%
- Sinoviocitos: 5 – 10%
- Glucosa sinovial ( sangre): 0.8 – 1.0

#### Cartilago articular

Es una lámina de cartilago hialino fuertemente unida a las placas terminales que componen la articulación. Este cartilago contiene condrocitos dentro de una matriz de proteoglicanos, colágena y agua que le da propiedades para soportar el peso de los tejidos. Estos condrocitos se encuentran aislados del resto del cuerpo por la matriz que producen; carecen de inervación y aporte sanguíneo intrínseco y su respuesta para reparar algún daño es limitada. (1,7,17,18,19,21,23,25,28,30,33)

La cápsula articular del codo está reforzada cranealmente por un ligamento oblicuo que surge craneal al cóndilo lateral del húmero y se une a la parte terminal de los músculos bíceps braquial y braquiales. Existe un reforzamiento de la parte caudomedial de la cápsula, se extiende oblicuamente desde el lado medial de la fosa olecraneana hasta la ulna, inmediatamente proximal a la apófisis ancónea.

La articulación radioulnar distal, está formada por una cara cóncava sobre el radio y otra convexa sobre la ulna, rodeada por una cápsula gruesa. La membrana interósea se une a los cuerpos de los dos huesos; su parte proximal es especialmente fuerte y se inserta en las prominencias de estos huesos. (1,7,17,18,19,20,25,28,30,48)

### **Articulaciones**

Las articulaciones están formadas por huesos que se unen entre sí para dar movimiento al esqueleto.

La articulación húmero-radio-ulnar es una diartrosis por lo que puede realizar grandes movimientos de los huesos. Además es considerada una articulación de tipo gínglimal (bisagra), en función al tipo de tejido que recubre las zonas de la articulación y del tipo de movimiento que permite, el cuál solo puede ser en el plano sagital, es decir: flexión, extensión y en algunos casos hiperextensión. (1,17,18,19,20,21,23,33,48)

En el caso de la articulación carporradiar es de tipo artroidea (plana), lo que le permite un movimiento de deslizamiento entre superficies relativamente planas.

La articulación radioulnar es una sinartrosis, por lo que no existe movimiento o éste tiene lugar solamente de manera muy limitada. Además es considerada una articulación de tipo sindesmosis, por lo que está dotada de algún movimiento; el tejido que une a los huesos es de tipo conjuntivo. (1,7,17,18,19,20,25,28,30,48)

## **Capítulo V**

### **Clasificación de las fracturas.**

Una fractura es la pérdida de continuidad, completa o incompleta del hueso o el cartilago. La fractura se acompaña de varios grados de lesión al tejido circundante, (por ejemplo en la irrigación sanguínea o el compromiso de la función motora). (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

### **Biodinámica de las fracturas.**

Para poder entender las fracturas, es necesario entender las fuerzas que obligan a un hueso a romperse.

Los huesos están diseñados para soportar fuerzas, hasta por un determinado tiempo.

Estas fuerzas son:

- **Compresión.** Se da cuando existen fuerzas opuestas similares a lo largo del eje longitudinal del hueso, causando una reducción de tamaño a lo largo y un ensanchamiento del hueso. Este tipo de fuerza provoca un tipo de fractura oblicua.
- **Deslizamiento.** Se da cuando existe una fuerza paralela a la superficie, provocando una angulación del hueso. Este tipo de fuerza produce una fractura oblicua corta.
- **Flexión.** Se da cuando la fuerza dobla al hueso sobre su eje longitudinal. Este tipo de fuerza provoca un tipo de fractura transversa y oblicua con fragmentos de alas de mariposa.
- **Tensión.** Se da como resultado a la aplicación de cargas opuestas sobre la superficie del hueso, sobre su eje longitudinal. Este tipo de fuerza provoca un tipo de fractura transversa.

- Torsión. Este tipo de fuerza es una mezcla de las anteriores, debido a que hay una rotación sobre el eje longitudinal del hueso. Este tipo de fuerza provoca un tipo de fractura espiralada.

Cabe recordar que la fuerza que originó la fractura, es la principal fuerza que debemos contrarrestar en el momento de aplicar un tratamiento, por lo que se tiene que tomar en cuenta para elegir el método de reparación. (4,10,13,14,24,31,42,44)

Las fracturas pueden ser clasificadas de varias maneras y todas son útiles para describirlas. Estas bases pueden incluir factores causales, comunicación al exterior, localización, morfología y severidad de la fractura, estabilidad de la fractura.

- Dentro de los factores causales, podemos encontrar: Una fuerza directa sobre el hueso, una fuerza indirecta sobre el hueso, enfermedades óseas y estrés crónico.
- La clasificación en cuanto a su comunicación al exterior: fracturas expuestas y fracturas cerradas.
- Localización, morfología y severidad de la fractura.

Este sistema es utilizado para fracturas de huesos largos y está basado en el sistema de clasificación adoptada por Animal Orthopaedics/ Association for Study of Internal Fixation (AO/ASIF). (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

Esto permite clasificar las fracturas por su complejidad, configuración, estabilidad y posible reducción, brindando información para un adecuado tratamiento y pronóstico.

La localización de la fractura se da, al asignarle un número a cada hueso largo:

1. Húmero
2. Radio / ulna
3. Fémur
4. Tibia / fíbula.

Dividiendo cada hueso a su vez en zonas:

1. Proximal
2. Medial
3. Distal

Los tipos de fracturas:

- A. Única
- B. Oblicua
- C. Conminuta

Además, cada tipo de fractura se encuentra dividido en tres grados de severidad, de acuerdo al grado de fragmentación del hueso. (ej. A1,A2,A3.)

De modo que la denominación de una fractura se hace más sencilla. (ej. 1-2-A1 refiriéndose a una fractura única en la parte media del húmero.) (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

La nomenclatura adicional más específica depende de la orientación relativa de la línea de fractura con respecto al eje longitudinal del hueso. (Fig.28)

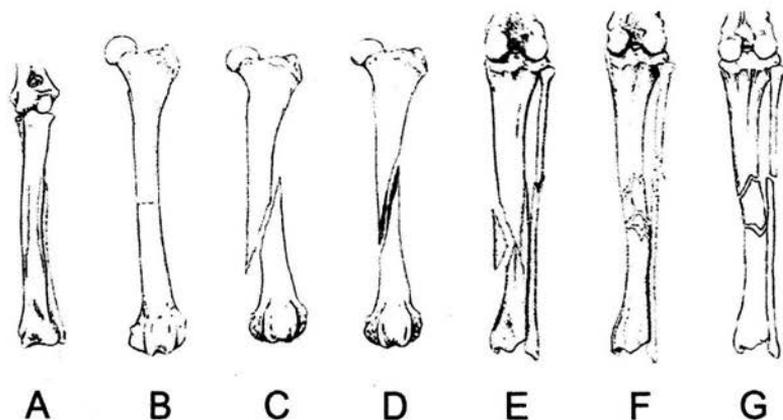


Fig.28. Nomenclatura descriptiva de fracturas diafisarias. A: Fisura, B: Transversa, C: Oblicua, D: Espiral, E: Esquirla reducible, F: Esquirlas no reducibles, G: Multifragmentada. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

- **Fractura transversa**

La línea de fractura atraviesa al hueso en un ángulo no mayor a 30 grados con respecto al eje longitudinal del hueso. (Fig.28) (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- **Fractura oblicua**

La línea de fractura presenta una angulación mayor a los 30 grados con respecto al eje longitudinal del hueso. (Fig.28) (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- **Fractura en espiral**

Se denomina a un caso especial de fractura oblicua, donde la línea de fractura hace una curva alrededor de la diáfisis. (Fig.28) (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

En relación al daño sobre el hueso:

- Fractura incompleta.

Describe una fractura que solo involucra a una corteza (fractura en rama verde), es observada en animales jóvenes. (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- Fractura completa.

Describe una interrupción total en la integridad del hueso, presentando solo dos fragmentos. (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- Fractura por estallamiento

Es mejor conocida como fractura conminuta y presentan uno o más esquirlas de diferentes tamaños. (Fig.28) (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

En las zonas metafisiarias proximal y distal, se requiere de una clasificación especial, donde se describe las fracturas extra e intra-articulares.

- Fracturas extra-articulares

La superficie articular no está fracturada, pero se encuentra separada de la diáfisis. Son comúnmente llamadas fracturas metafisiarias. En una fractura fisiaria, la separación se da sobre la línea de crecimiento, y solo se presentan en animales jóvenes. (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- Fractura articular parcial.

Solo incluye a una parte de la superficie articular, dejando el resto unido a la diáfisis. Las fracturas unicondíleas, son el ejemplo más común. (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- Fractura articular completa.

La totalidad de la superficie articular está fracturada y separada de la diáfisis. Las fracturas en T o en Y de húmero son ejemplos representativos de este tipo de fracturas.

(2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- Fractura impactada.

Los fragmentos de hueso están juntas y muy apretados. (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

- Fractura por avulsión.

Se da por el arrancamiento de un fragmento de hueso, donde se encuentra la inserción de un músculo, tendón o ligamento. (2,4,10,13,14,24,31,42,44,53)

## Fracturas más frecuentes de radio y ulna.

- Fracturas diafisarias

Son probablemente el tipo de fractura más común en radio y ulna, puede involucrar al radio y a la ulna juntos o individualmente, en cualquier caso el tratamiento es reducir la fractura en el radio. (2,3,4,13,14,15,22,40,57)

- Fractura ulnar con luxación de la cabeza radial (fractura Monteggia)

La luxación craneal de la cabeza radial, ocurre cuando el ligamento anular, el cual normalmente une la cabeza del radio a la ulna, se rompe dando lugar a la fractura de la ulna distal al codo. (2,3,4,13,14,15,22,40,57)

- Fracturas proximales de la ulna y olécranon

Estas fracturas se dividen en dos tipos:

Fracturas que involucran la corredera troclear de la ulna y fracturas por avulsión que involucran al olécranon. En ambos casos, el tratamiento es neutralizar la tensión que ejerce el grupo de músculos del tríceps. (2,3,4,13,14,15,22,40,57)

- Fractura olecraneana por avulsión.

Este tipo de fracturas tienen como origen un traumatismo, el miembro se mantiene en una posición de semiflexión, existiendo mucho dolor en la zona del olécranon, además de la incapacidad de extender la articulación del codo.

El manejo de este tipo de fracturas es por medio de una nueva unión del tendón al hueso, con alambres de Kirschner. (2,3,4,13,14,15,22,40,57)

- Fractura del proceso ancóneo

No debe de confundirse con la falta de unión del proceso ancóneo, la diferencia radica en que este tipo de fracturas se dan por resultado de un fractura conminuta.

(2,3,4,13,14,15,22,40,57)

- Fracturas de la cabeza radial

El tratamiento para esta fractura es por medio de una reducción abierta, en caso de que se trate de una fractura conminuta, donde sea casi imposible la reducción, el camino a seguir es la excisión de la cabeza del radio. (2,3,4,13,14,15,22,40,57)

- Fracturas estiloideas

Este tipo de fracturas pueden involucrar a la articulación de uno o de los dos huesos, pero en ambos casos, para la fijación de fracturas es recomendable invadir lo menos posible la superficie articular para minimizar el daño. En el caso de que los dos huesos se encuentren fracturados, es recomendable reducir la fractura de los dos huesos.

(2,3,4,13,14,15,22,40,57)

## Capítulo VI

### **Examen diagnóstico**

Un examen ortopédico debe iniciar con una buena historia clínica y un examen físico general.

Durante el examen ortopédico, debemos cubrir los siguientes puntos:

- Observación a distancia.

Se debe observar la conformación corporal, simetría entre los miembros, atrofia muscular, alineación de los huesos.

- Marcha.

Sirve para confirmar o contradecir lo expresado por el propietario. Puede realizarse al paso o si es necesario el trote. Pueden realizarse caminatas en círculos, subir o bajar escaleras, a fin de hacer aparente la lesión. Dentro de las anomalías podemos encontrar: hipermetría, ataxia, sonidos anormales, paso corto. (Figs. 29 y 30)



Fig.29. Examen en marcha.



Fig.30. Examen en trote.

- Examen en estática

Se realiza con el animal de pie, lo más simétrico posible, examinando contralateralmente ambos miembros, observando asimetrías producidas por traumatismos, neoplasias, inflamación, cambios degenerativos, defectos congénitos, etcétera.

Los signos a la palpación pueden ser: dolor, aumento de la temperatura en la zona, cuerpos extraños, crepitaciones, atrofia muscular. (Fig.31) (2,4,8,10,13,14,22,44,50,53,57)



Fig.31. Examen en estática.

La evaluación de la integridad del miembro, se realiza metódicamente de la parte distal a la proximal, moviendo las articulaciones en las direcciones que lo permita. (Fig.32A - 32H)

Dentro de los puntos importantes a revisar en la región del codo y antebrazo, se encuentran las incongruencias traumáticas y congénitas del codo, inestabilidad fragmentaria congénita, fractura y luxación de codo. (Fig.32I - 32N) (2,3,4,13,14,15,22,40,57)

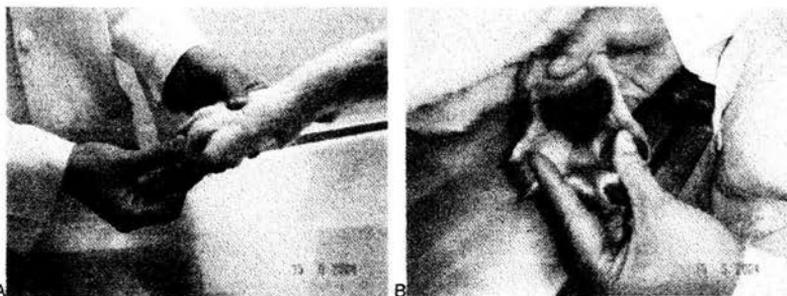


Fig.32 Progresión del examen ortopédico. Se debe de realizar metódicamente, empezando en el extremo distal del miembro (a y b),

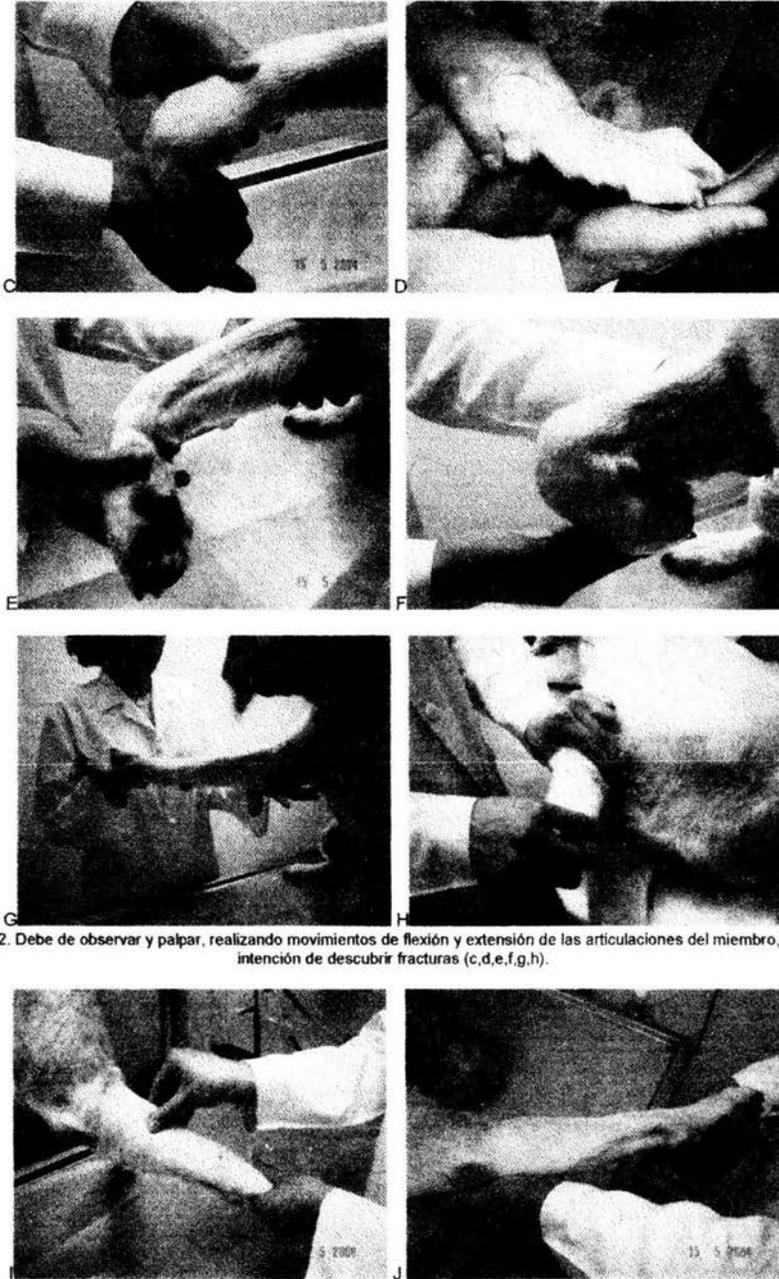


Fig.32. Debe de observar y palpar, realizando movimientos de flexión y extensión de las articulaciones del miembro, con la intención de descubrir fracturas (c,d,e,f,g,h).

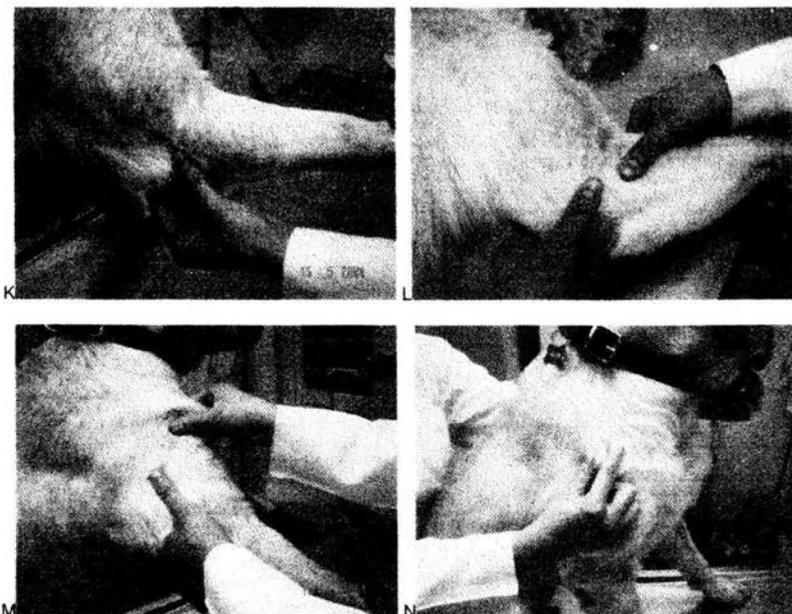


Fig 32. Debe de identificarse la línea normal del hueso por medio de la palpación en los sitios en los que ésta se pueda llevar a cabo y confirmar su integridad (i,j,k,l,m,n).

### Examen neurológico

Es necesario realizar un examen neurológico para determinar si existe una disfunción neurológica, así como la localización y la magnitud de la misma, para poder emitir un pronóstico.

Lo primero es conocer si la lesión afecta un sólo miembro o varios, si involucra los miembros torácicos y/o pelvianos o si la lesión afecta a los miembros del mismo lado. Si la lesión se localiza en un solo miembro, se debe definir si la lesión afecta la totalidad del miembro. (2,4,8,10,13,14,21,37,40,44,50,53,57,58)

La evaluación del tono muscular es necesaria y se puede realizar mediante la palpación y la realización de movimientos pasivos.

El aumento de tono (hipertonía), caracterizado por el predominio del tono extensor, sugiere una lesión de la neurona motora alta. La disminución del tono (hipotonía) o su ausencia (atonía) se observa en casos de lesión de neurona motora baja.

Los reflejos miotáticos, son aquellos que se producen al percutir un músculo, un tendón o un ligamento (ej. reflejo patelar)

Los reflejos nociceptivos se desencadenan al estimular la piel u otras estructuras como cojinetes y dedos, presionándolos o pinchándolos. (2,4,8,10,13,14,21,37,40,44,50,53,57,58)

- Reflejo tricipital

Se evalúa al mantener el codo moderadamente flexionado y percutiendo el tendón de inserción del tríceps braquial, obteniéndose como respuesta, la extensión del codo. (Fig.33)

(2,4,8,10,13,14,21,37,40,44,50,53,57,58)



Fig. 33. Evaluación del reflejo tricipital. (Ilustración tomada de Pellegrino F. Suraniti A. Garibaldi L. Síndromes neurológicos en perros y gatos. Buenos Aires, Argentina: Inter.-Médica, 2000.)

- Reflejo bicipital

Para evaluarlo, se coloca el dedo sobre la inserción del bíceps braquial y se percute sobre el mismo, se obtiene como respuesta la flexión del codo. (Fig.34)

(2,4,8,10,13,14,21,37,40,44,50,53,57,58)



Fig.34. Evaluación del reflejo bicipital. (Ilustración tomada de Pellegrino F. Suraniti A. Garibaldi L. Síndromes neurológicos en perros y gatos. Buenos Aires, Argentina: Inter.-Médica, 2000.)

- Reflejo extensor carporradial

Su evaluación se realiza percutiendo el músculo extensor carporradial con el codo y el carpo ligeramente flexionados. La respuesta esperada es la extensión del carpo, es importante diferenciar el movimiento mecánico del carpo del reflejo producido por la percusión del ligamento. (Fig.35)

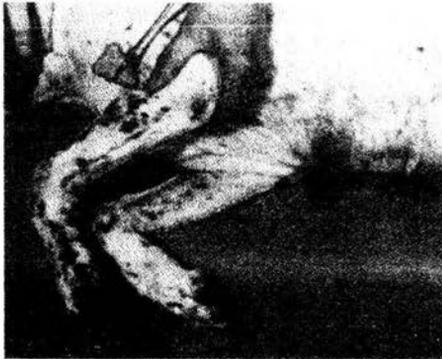


Fig.35. Evaluación del reflejo extensor carporradial. (Ilustración tomada de Pellegrino F. Suraniti A. Garibaldi L. Síndromes neurológicos en perros y gatos. Buenos Aires, Argentina: Inter.-Médica, 2000.)

La evaluación de la sensibilidad dolorosa superficial, se realiza al final del examen para no alterar prematuramente al paciente, consiste en pellizcar la piel con una pinza hemostática.

La evaluación de la sensibilidad dolorosa profunda consiste en la compresión de un dedo, un hueso, un tendón o un músculo. (2,4,8,10,13,14,21,37,40,44,50,53,57,58)

El reflejo de propiocepción del antebrazo se evalúa colocando el dorso de la mano sobre el piso, un animal normal usualmente no lo permite. Una respuesta tardía para el regreso a su posición normal, significa un daño neurológico, mas que un problema ortopédico. (Fig.36 y 37)

La mayoría de las lesiones en la zona del antebrazo se originan entre C6 y T2, afectando la sensibilidad y la función motora de los músculos adyacentes.

En la piel, algunas ramas del nervio ulnar y del nervio radial, son las que inervan la zona del antebrazo. (Fig.38) (2,4,8,10,13,14,21,37,40,44,50,53,57,58)



Fig.36



Fig.37

Fig.36. Evaluación de la respuesta propioceptiva del paciente permitiendo la visualización del obstáculo.

Fig.37. Realización de la prueba, privando de la vista al paciente. (Ilustración tomada de Pellegrino F. Suraniti A. Garibaldi L. Síndromes neurológicos en perros y gatos. Buenos Aires, Argentina: Inter.-Médica, 2000.)

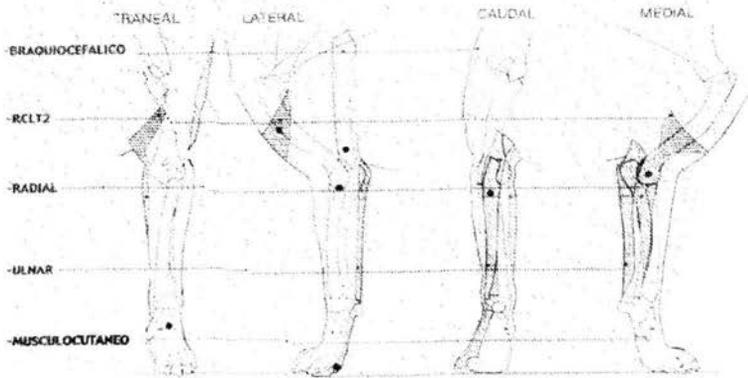


Fig.38. Inervación cutánea del miembro torácico en el perro. (Ilustración tomada de Pellegrino F, Suraniti A, Garibaldi L. Síndromes neurológicos en perros y gatos. Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica, 2000.)

## Capítulo VII

### Métodos diagnósticos

Además de la evaluación clínica, existen herramientas que nos ayudan a llegar a un diagnóstico. Estos métodos incluyen radiografías, fluoroscopia, artrografía, mielografía, ultrasonografía, tomografía axial computarizada, resonancia magnética, cirugía exploratoria, biopsia, artroscopia. (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)

### Radiografía

Es el método más utilizado para el diagnóstico ortopédico, debido a su bajo costo y fácil operación. En general, se realizan dos proyecciones radiográficas con diferencia de 90°, una de la otra. Por ejemplo, para el diagnóstico de una fractura 2,2,A1 (fractura única, medial en radio y ulna), se realiza una proyección dorsoventral y otra mediolateral, lo cual nos da una clara idea de la posición de los fragmentos. (Fig.39A y 39B) (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)

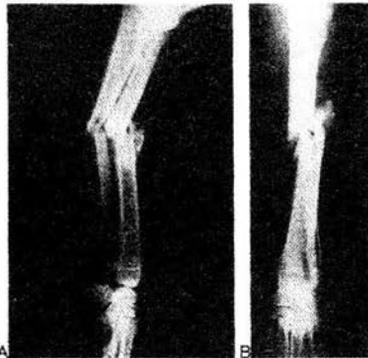


Fig.39 Placas radiográficas de una fractura diafisaria de radio-ulna en un perro adulto. Fig.A. Proyección medio-lateral. Fig. B. Proyección craneo-caudal.

Es importante recordar que la zona de interés debe de estar colocada lo más cerca posible a la película radiográfica, para obtener una mejor definición.

El marcaje sobre la placa se coloca generalmente en el lado derecho del paciente, pero no es una regla general, por lo que conviene aclararlo si el estudio radiográfico se remitió.

Una radiografía de calidad diagnóstica debe de presentar los siguientes puntos básicos:

- La extremidad debe estar colocada en la mejor posición anatómica posible (sin presentar distorsión por movimiento del mismo).
- La radiografía debe comprender la articulación proximal y la distal del miembro afectado.
- La imagen debe de ser nítida y dar una clara idea del problema.
- Deben de realizarse mínimo dos proyecciones radiográficas, con diferencia de 90° entre cada una de ellas.
- Las placas deben de estar bien identificadas, con los datos del paciente, región anatómica de la que se trata, tipo de proyección y fecha.

Para la correcta interpretación del estudio radiográfico, se debe de tomar en cuenta los signos radiográficos básicos que son: el tamaño, la forma, la densidad, el contorno, la posición y el número.

Al finalizar la interpretación se realiza un reporte escrito con la descripción de todas las alteraciones encontradas. (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)

### **Fluoroscopia**

Es otra modalidad del uso de la radiación, es prácticamente una película animada con imágenes radiográficas.

En la actualidad los fluoroscopios cuentan con intensificadores de imagen, lo que reduce la cantidad de radiación necesaria para ver la imágenes.

Es utilizada con frecuencia para detectar inestabilidades, para aplicar o retirar prótesis metálicas en algún hueso. (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)

### **Artroscopia**

Se requiere puncionar la articulación e introducir un endoscopio después de distender el tejido, por medio de gas o líquido.

Este método requiere de un menor tiempo de hospitalización, menor tiempo de rehabilitación y produce menos dolor. Esta herramienta está cobrando mucha popularidad entre los clínicos. (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)

### **Cirugía exploratoria**

Generalmente se realiza para confirmar un diagnóstico, para tener un acercamiento al origen y lesiones de músculos, tendones y ligamentos. También es útil para la toma de muestras en caso de biopsia, histopatología y microbiología. (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)

### **Artrocentésis**

Se refiere a la punción y aspiración del líquido articular para realizar una inspección macroscópica del líquido, cultivos, análisis del tipo y tamaño de células, proteínas y viscosidad. Deben de tomarse precauciones para evitar la contaminación de la muestra o de la articulación, así como también evitar el contacto de la aguja con el cartílago. (Figs. 40 y 41) (2,4,8,13,14,21,22,35,44,47,53,57)



Fig 40

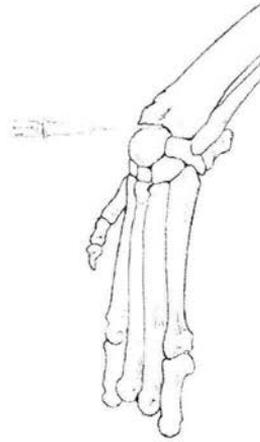


Fig 41

Fig.40. Arthrocentesis de la articulación húmero-radio-ulnar.

Fig.41. Arthrocentesis de la articulación radiocarpiana. (Ilustración tomada de Brinker W, Piermattei D, Flo G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

## Capítulo VIII

### **Manejo preoperatorio**

El manejo preoperatorio toma un valor de 25% de importancia en el tratamiento de las fracturas, calificando con otro 25% al acto quirúrgico, 25% al manejo posoperatorio y un último 25% a la rehabilitación del paciente.

El manejo preoperatorio inicia con el baño del paciente el día anterior, seguido de la determinación de su estado de salud por medio de un examen físico y de análisis clínicos; por último se encuentra la preparación de la zona quirúrgica antes de realizar la cirugía.

La zona quirúrgica debe de ser depilada o rasurada con la finalidad de tener menor riesgo de contaminación. Debe de ser lo más amplia posible, salvo algunas excepciones en que este procedimiento puede aumentar los peligros de una infección.

Es recomendable realizar un lavado prequirúrgico en la zona con jabón neutro, y posteriormente usar algún producto germicida poco irritante. (Fig 42) (14,22,50,53,54,57)

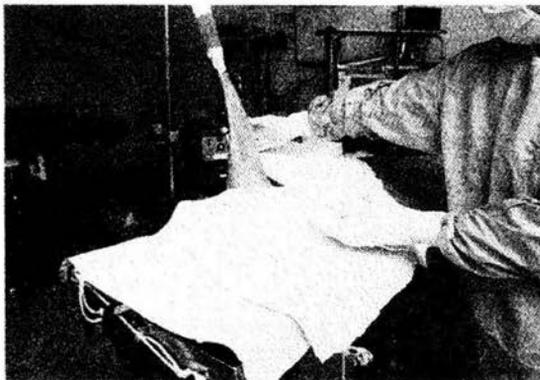


Fig.42.- Manejo preoperatorio, limpieza y extensión del miembro para facilitar la reducción de la fractura. (Ilustración tomada de Fossum T. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999.)

### Ayuno

Se debe de especificar al propietario que el ayuno, para una cirugía programada, es obligatorio. Esto es para evitar el caso de vómito o defecación del paciente, durante el acto quirúrgico.

El ayuno de sólidos debe de ser en perros y gatos de 12 hrs como mínimo. El ayuno de líquidos debe de ser de cuatro hasta doce horas, sin comprometer el equilibrio electrolítico del paciente. (14,22,50,53,54,57)

### Constantes fisiológicas

La temperatura, la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria, se comprueban antes de iniciar las maniobras de preparación, puesto que la anestesia y el manejo produce excitación, por lo que puede provocar lecturas falsas. (Figs. 43, 44 y 45)

Es recomendable realizar pruebas de gabinete como hemograma, química sanguínea y verificar el tiempo de coagulación (protrombina y tromboplastina)

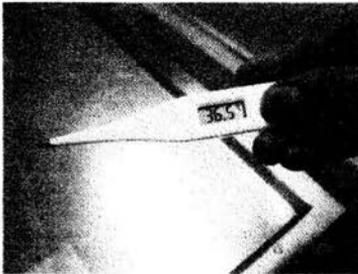


Fig.43

Fig.43. Examen físico general, registro de la temperatura corporal



Fig.44

Fig.44. Examen físico general, auscultación cardíaca



Fig.45. Examen físico general, auscultación respiratoria.

### **Anestesia**

Para la anestesia es recomendable el uso de tranquilizantes o preanestésicos, para obtener una mayor relajación. La anestesia inhalada suele ser la mejor opción, sin embargo, la elección del anestésico general queda a criterio del médico. (Fig.46)

El paciente debe de estar canalizado y recibir una solución de soporte durante el acto quirúrgico y el postoperatorio

Es recomendable que antes de la cirugía se tenga un período de relajación muscular sobre el miembro afectado, esto se hace mediante el estiramiento excesivo. Se coloca al paciente en decúbito lateral y se fija el miembro por su parte distal, para después elevarlo con la ayuda de un portasueros o de un soporte lo suficientemente alto, ejerciendo sobreextensión para producir la fatiga muscular.

### **Instrumental ortopédico**

Es importante recordar que el éxito de una cirugía consta de varios factores, dentro de los cuales se encuentran el instrumental adecuado, así como también la pericia del cirujano y de los asistentes, son pieza clave para lograr éxito en el procedimiento.

El instrumental para ortopedia es delicado y debe de ser utilizado exclusivamente con los fines ortopédicos para los que fue diseñado. (Fig.47)

Para realizar una cirugía ortopédica es necesario también, contar con un equipo completo de cirugía mayor.

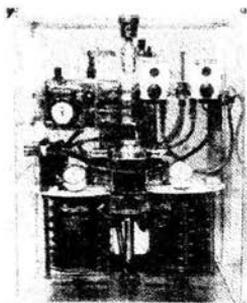


Fig.46. Máquina de anestesia inhalada.

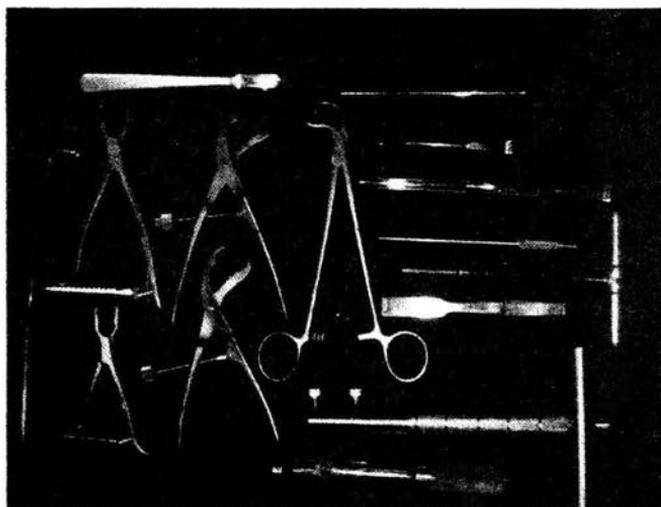


Fig.47. Instrumental básico de ortopedia.

De izq. a der. Pasador de alambre, pinzas de Kern mediana y chica, separador de Homann (izq. arriba), pinzas de Lambotte, pinzas de Vulselum (al centro), destornillador de punta magnetizada (derecha arriba), elevador de periostio, profundizador, impactador, machuelo, osteotomo, taladro de Jacobs con martillo de acero inoxidable, torcedor de alambre (centro abajo).

## Capítulo IX

### **Métodos de reparación de fracturas**

La mayoría de las fracturas que afectan al radio y la ulna, ocurren principalmente en el tercio medio. Se pueden manejar de diferentes maneras de acuerdo a la gravedad de la lesión, paciente y cooperación del propietario, sin embargo es necesario recordar que la peculiar anatomía del radio y la ulna no hace posible la utilización de algunos métodos de reparación de fracturas, de manera que la elección del método debe de ser muy específica, sin olvidar las ventajas y desventajas que los diferentes métodos brindan, para así obtener un buen resultado en la alineación y consolidación de la fractura.

#### Clavos, tornillos y alambre

La reparación de una fractura puede realizarse por diferentes métodos, los cuales se irán describiendo en relación a su complejidad.

- Clavos: Existen diferentes tipos de clavos ortopédicos, como son: clavo de Steinmann con punta de trocar, roscado y sin roscar, clavo de Steinmann con punta de cincel, clavo de Rush y el clavo cerrojado.

Como regla general encontramos que por ningún motivo se coloca un solo clavo como método único para la reducción de una fractura, esto es debido a la posibilidad de que se produzca una rotación entre los fragmentos, además de que el cuerpo del radio tiene un canal medular pequeño y en algunos casos inexistente, por lo tanto su utilización en fracturas de radio está totalmente contraindicado. El clavo solo ofrece la alineación del hueso, por lo que la fijación externa es necesaria.

Pueden utilizarse en combinación con tornillos y alambre de Kirschner, sin embargo no es el mejor método para reparar una fractura de radio y ulna.

(2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

- Tornillos: Los tornillos se dividen en dos tipos: de corteza y de esponjosa.

Los tornillos se miden en base al diámetro y el largo del mismo. En el diámetro se considera también a la cuerda, existen tornillos de diferente diámetro, por lo que conviene tener variedad de ellos. El largo del tornillo se mide contando el número de anillos que tiene la cuerda desde la punta hasta la cabeza del tornillo.

La colocación de un tornillo inicia con la perforación lenta pero constante de las cortezas con un taladro manual o neumático (Fig.48), seguido del avellanamiento de la corteza cercana, para evitar la exposición excesiva de la cabeza del tornillo, después se debe de tallar la rosca en los fragmentos con un machuelo y finalmente se coloca el tornillo para completar la reducción.



Fig.48

Fig.48. Taladro neumático. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattel, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Son empleados para brindar una estabilidad interfragmentaria, ya sea en conjunto con una placa ortopédica o por si solo al producir un efecto de compresión. La compresión interfragmentaria se produce cuando la cabeza del tornillo se encuentra en la primera corteza y la punta del tornillo entra en la segunda corteza, mientras la punta del tornillo penetra cada vez más la segunda corteza, la primera corteza se aproxima por la presión que ejerce la cabeza del tornillo. Son una buena opción para la unión de un fragmento pequeño a un fragmento de mayor tamaño.

1. Tornillos de corteza.- Se refiere a los tornillos que tienen la cuerda completa desde la punta hasta la cabeza, los podemos encontrar con cuerda negativa, por lo que produce un buen efecto de compresión interfragmentaria, sobre todo en fracturas oblicuas en las que se puede abarcar las dos cortezas. (Fig 49)

2. Tornillos de esponjosa.- Son los tornillos que presentan una cuerda incompleta. Algunos de estos tornillos tallan su propia rosca, por lo que no hay necesidad de utilizar un machuelo. (Fig 49)

(2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

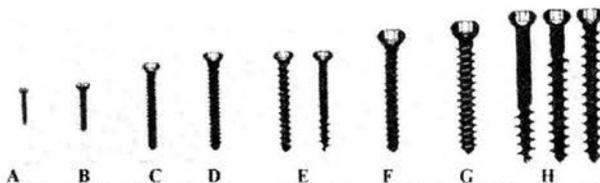


Fig.49. Tornillos ortopédicos. A) Tornillo cortical 1.5 mm, B) Tornillo cortical 2.0 mm, C) Tornillo cortical 2.7 mm, D) Tornillo cortical 3.5 mm, E) Tornillos de semiesponjosa 4.0 mm, F) Tornillo cortical 4.5 mm, G) Tornillo cortical 5.5 mm, H) Tornillos de esponjosa 6.5 mm. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermatteí, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

- Alambre ortopédico: Puede utilizarse para dar una mayor estabilidad a la fractura, pero debe de generar la suficiente compresión entre los fragmentos.

El alambre ortopédico está fabricado con acero inoxidable 316L, de calibre 20 o 22 en caso de perros de raza pequeña y gatos, en perros de raza grande el calibre es 18. Debe de colocarse alrededor del hueso por medio de un pasador (fig. 50), sin atrapar tejido blando entre el periostio y el alambre, después realizar el ajuste o nudo retorciendo el alambre, al final se debe de esconder los extremos para evitar la lesión de los tejidos blandos.



Fig.50. Pasador de alambre ortopédico. Hace fácil la colocación de un alambre ortopédico alrededor del hueso sin lesionar tejido blando adyacente. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Este método se utiliza para coadyuvar con otros métodos de fijación en mantener la estabilidad de la fractura. Sin embargo, el radio y la ulna no tienen una forma totalmente cilíndrica, por lo que el uso del alambre ortopédico en ellos es muy restringido.

(2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

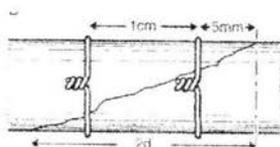


Fig.51. Colocación de un cercaje para la reducción de una fractura oblicua. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

- Fijación con banda de tensión.

Se utiliza en fracturas por avulsión, donde un fragmento del hueso es arrancado por la fuerza distractiva de un tendón, por lo cuál es necesario neutralizar dicha fuerza para la cicatrización ósea.

Después de exponer la fractura y eliminar los coágulos y tejido fibroso, se extiende el codo y se reduce la fractura con presión digital o con una pinza de hueso.

La fractura se estabiliza introduciendo dos alambres de Kirschner o clavos de Steinmann paralelamente, desde la parte caudal del fragmento proximal a través de la fractura, dirigiéndolos de manera que se introduzcan en el fragmento distal de la ulna. (Fig.52-A) La colocación de un solo clavo puede dar lugar a la rotación de los huesos.

Luego se introducen un alambre de Kirschner (en razas pequeñas y gatos calibre 20 - 22 razas grandes calibre 18) en sentido transversal, sobre la zona caudal del fragmento

distal, atravesando de lado a lado. Dicho orificio debe de realizarse a la misma distancia de la fractura desde el fragmento distal y del proximal.

El alambre se pasa a través del orificio y por debajo del tendón del tríceps, craneal a los clavos (Fig.52-B). Los extremos libres del alambre se retuercen juntos formando una figura de ocho, hasta comprimir la fractura (Fig.52-C). El alambre no debe de ajustarse de manera excesiva y después de tres o cuatro vueltas se corta el alambre y los clavos se doblan hacia caudal, girándolos después hacia craneal para que apoyen contra el tendón del tríceps. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

Los implantes, por lo general no se extraen, a menos que se rompan, se aflojen o produzcan irritación. La actividad física debe restringirse durante 6 a 8 semanas.

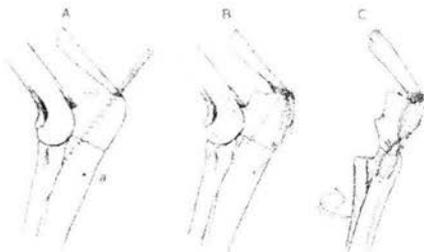


Fig.52. Esquema que muestra la colocación de una banda de tensión en una fractura olecraneana. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

- Reducción abierta y aplicación de placa

El radio es un hueso perfecto para la aplicación de placas, puesto que su abordaje es muy sencillo. Es el tratamiento de elección para las fracturas radioulnares en todas las razas incluyendo a pacientes con fracturas múltiples, o en pacientes muy inquietos.

En las razas pequeñas, existe una gran incidencia de unión retardada o de falta de unión cuando son tratadas de manera conservadora, por lo que la aplicación de una placa que ofrece una fijación rígida es la elección más adecuada.

En perros de raza pequeña y gatos se emplean placas cortables o placa radial distal.

La placa cortable se puede ajustar según el número de orificios necesarios, se pueden apilar para incrementar la resistencia y rigidez de la fijación, sobre todo en el caso de fracturas conminutas en pacientes pequeños.

La placa distal radial tiene una forma de "T", lo cual da una mayor firmeza en la reducción de fracturas distales de radio y ulna ya que éstas presentan un fragmento distal muy corto. (Fig.53)

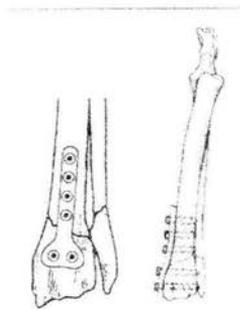


Fig.53. Reducción de una fractura estiloidea radial y ulnar, con una placa en forma de "T". (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Son indicadas para la reparación de fracturas olecraneas conminutas y fracturas diafisarias en perros de raza grande o gigantes.

Las placas ortopédicas se fabrican con materiales muy resistentes a la corrosión y a fuerzas físicas como: torsión, extensión, flexión.



Fig.54. Placas Ortopédicas. Existen varios diseños de diferentes tamaños. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Con base en sus características funcionales, las placas ortopédicas se dividen en tres tipos:

- Placas de compresión dinámica, que por su diseño y colocación, obliga al hueso a tener una fijación interfragmentaria en las fracturas conminutas.
- Placas de neutralización, abarca una mayor superficie a lo largo del hueso que una placa de compresión dinámica, lo que ayuda al hueso a resistir la carga, evita el movimiento de los fragmentos por la neutralización de las fuerzas de deslizamiento.
- Placas de sostén, se colocan sobre los fragmentos a manera de un puente y brindan gran firmeza al hueso para lograr una cicatrización ósea adecuada.

La placa se tiene que flexionar a manera que se amolde a la forma de hueso lo mejor posible. Se debe de colocar sobre la superficie craneal del radio y en la superficie caudolateral de la ulna. Es necesario asegurarse que la placa este colocada debajo de los tendones extensores, de lo contrario se restringe la función del carpo y el movimiento de los dedos.

Los tornillos se colocan a una distancia de 4 a 5 mm de la línea de fractura. La mayor firmeza se obtiene cuando se colocan al menos 3 tornillos de cada lado de la línea de fractura, además los tornillos deben de atravesar dos cortezas del hueso.

En las fracturas radiales proximales se pueden colocar tornillos a través de la placa radial hasta dentro de la ulna, este procedimiento puede incrementar la estabilidad pero disminuir la pronación y supinación del antebrazo. No debe de realizarse en animales en crecimiento ya que puede inducir una deformación angulosa del miembro.

En las fracturas ulnares proximales, se requiere de la placa para levantar la zona más proximal de la ulna, las llagas son comunes sobre el olécranon si el implante se encuentra

en la parte caudal, por lo que se recomienda colocar la placa por la parte lateral de la ulna.

En los perros de raza grande o gigantes, es importante considerar el gran peso corporal que estos animales tienen, por lo que es recomendable utilizar clavos de Steinmann, placas óseas y alambres de Kirschner de mayor calibre.

El procedimiento inicial es igual en todos los casos, es necesario ubicar la fractura, por medio del examen diagnóstico y de radiografías.

Mientras tanto, es necesario inmovilizar el miembro con un vendaje, para evitar que el tejido blando adyacente se lesione.

Es muy importante tomar en cuenta que al momento de la cirugía, se deben de tener opciones alternas para reparar la fractura, debido a que algunas veces el método seleccionado en la teoría no es el más adecuado en la práctica.

Los métodos de fijación de fracturas son muy variados y algunos son específicos para ciertos lugares o situaciones.

El vendaje debe de ser liviano e inmovilizar toda la zona del antebrazo. La placa se puede retirar 10-12 meses después de consolidada la fractura.

(2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

- Reducción abierta o cerrada y fijación esquelética.

La fijación esquelética es un método versátil y útil para el manejo de fracturas radio-ulnares, después de realizar una reducción abierta o cerrada.

Si se elige la reducción abierta, la incisión debe de limitarse al sitio de la fractura.

Existen varias configuraciones de los fijadores esqueléticos, las cuales se pueden aplicar según sea necesario por el tipo de fracturas.

Estos sistemas cuentan con diferentes partes que lo componen: clavos de fijación (clavo entero y medio clavo), barras estabilizadoras y rótulas de fijación.

Dentro de las configuraciones existentes están:

#### Tipo I. Unilateral

##### Tipo IA. Unilateral de un plano (Fig 55)

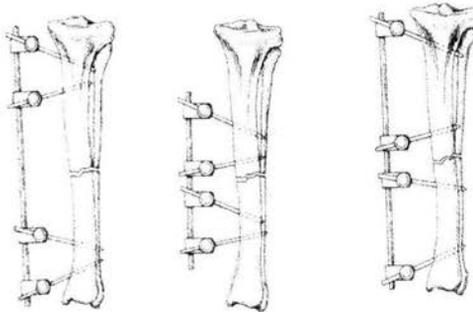


Fig.55. Fijador esquelético de tipo IA, observe su colocación unilateral. (Ilustración tomada de Brinker. W. Piermattei. D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

##### Tipo IB. Unilateral de dos planos (Fig 56)

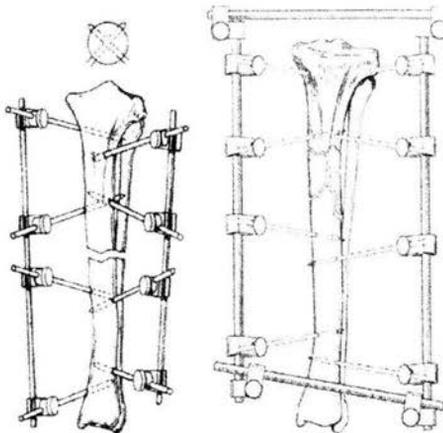


Fig.56. Fijador esquelético de tipo IB, observe la orientación de los clavos en diferente plano, pero manteniendo su colocación unilateral. (Ilustración tomada de Brinker. W. Piermattei. D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

## Tipo II. Bilateral

### Tipo II A. Bilateral de un plano (clavos enteros) (Fig.57)

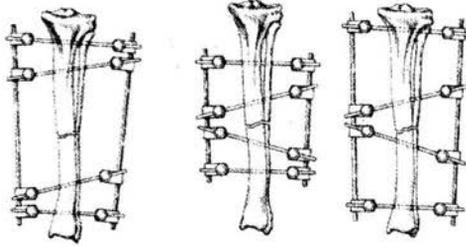


Fig.57.- Fijador esquelético de tipo IIA, observe la colocación de los clavos de manera bilateral, así como el uso de clavos enteros únicamente. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

### Tipo II B. Bilateral de un plano (clavos enteros y medio clavo) (Fig.58)

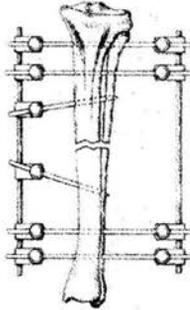


Fig.58. Fijador esquelético de tipo IIB, observe el uso de clavos enteros y medios clavos. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Tipo III. Bilateral de dos planos (Fig.59)

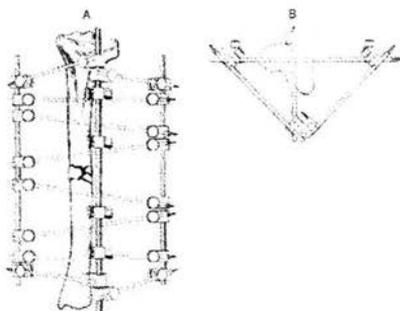


Fig.59. Fijador esquelético de tipo III, observe el uso de clavos enteros de manera bilateral y medios clavos de manera unilateral, colocados en dos planos perpendiculares (con diferencia de  $90^\circ$  entre cada uno de ellos). (Ilustración tomada de Brinker. W, Piermattei. D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Es necesario aclarar que la dirección que tengan los clavos con relación al eje horizontal del hueso, además del número de clavos aumentará la firmeza y estabilidad de la fractura.

La aplicación de los clavos se realiza mientras la extremidad del animal está suspendido de los dedos, con la finalidad de producir una relajación muscular y permitir que los fragmentos recuperen su alineación natural. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

Los clavos se deben de insertar con un orden específico, teniendo que colocar en primer lugar los clavos proximal y distal haciéndolo lo más alejado de la fractura en un ángulo de  $45^\circ$  a  $60^\circ$  con relación al eje longitudinal del hueso. (Figs 60A y 60B)

Los siguientes clavos se colocan a una distancia de 1 a 2 cm de la línea de fractura, seguido a esto se debe colocar la barra estabilizadora, introduciendo y fijando los clavos dentro de las rótulas.

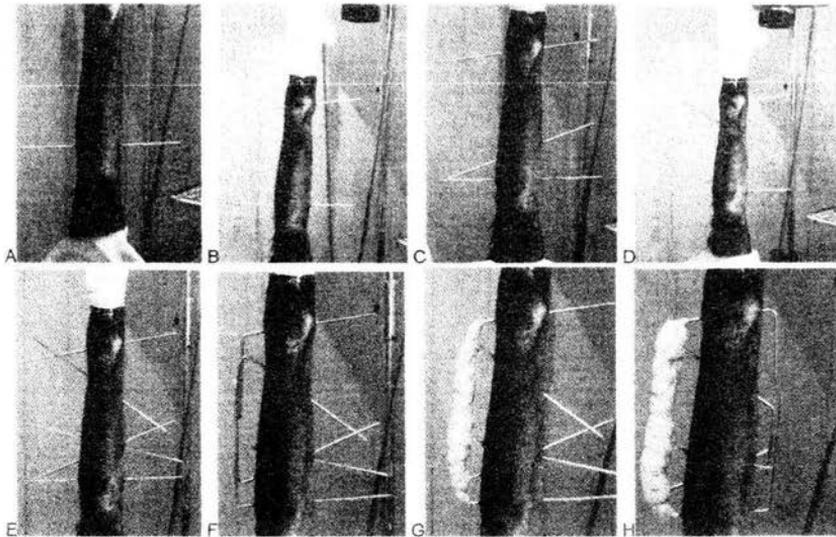
En el caso de fijadores de seis clavos se aplica el mismo orden de colocación, dejando al final los clavos intermedios. (Figs. 60C, 60D, 60E,60F)

En el caso de fracturas que no se pueden alinear por la falta de un fragmento, se debe de colocar el hueso en forma anatómica y aplicar el fijador.

Los clavos se deben de insertar con taladro manual o taladro neumático, dependiendo del tipo de fractura, los clavos deben de protruir ligeramente o atravesar completamente la segunda corteza. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

Las barras estabilizadoras no deben de tener contacto con la piel, los clavos se cortan cerca de las rótulas fijadoras, después de efectuar cualquier ajuste. La barra de fijación en el caso de gatos, puede estar hecha de acrílico dental (metacrilato), el cual brinda buena estabilidad, además de que tiene un bajo costo. (Figs 60G, 60H, 60I, 60J y 60K)

Es también necesario aclarar que en el caso de los fijadores de una sola barra estabilizadora, la mayor firmeza y estabilidad se proporciona del lado en que se encuentra colocada la barra. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)



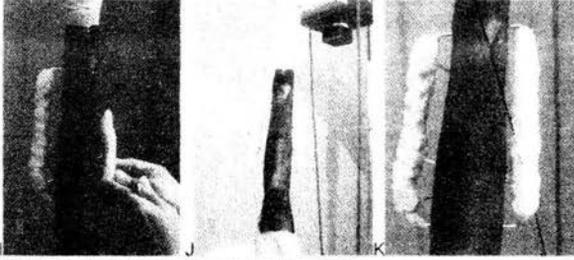


Fig 60. Colocación de los clavos, para un aparato de fijación esquelética.

### Abordajes y técnica quirúrgica

A menudo, las fracturas de radio-ulna en perros de raza pequeña, son resultado de saltos o caídas. El procedimiento a seguir inicia con la toma de radiografías para conocer la situación, después se debe de proteger la lesión con un vendaje de Robert-Jones, en lo que se decide el tratamiento definitivo. En el caso de los gatos, es recomendable el uso de sedantes para el manejo durante el diagnóstico. Se tiene que determinar el tipo de fractura para poder decidir el mejor método para repararla.

Es muy importante tomar en cuenta que al momento de la cirugía, se deben de tener opciones alternas para reparar la fractura, debido a que algunas veces el método seleccionado en la teoría no es el más adecuado en la práctica.

Los métodos de fijación de fracturas son muy variados y algunos son específicos para ciertos lugares o situaciones. (2,4,6,9,10,13,14,15,16,24,26,27,31,32,34,38,44,55,57)

Las fracturas específicas de radio y ulna en perros de raza pequeña y gatos, como mayor dificultad presentan el tamaño y resistencia de los huesos, tamaño de las prótesis, así como también el reducido espacio que tiene el cirujano para maniobrar.

- Fracturas de la cabeza radial

Son fracturas poco frecuentes que pueden o no involucrar a la superficie articular. Si la superficie articular está involucrada en la fractura, se debe de realizar una reducción perfecta y fijación rígida para minimizar la artritis secundaria. (Fig.61)

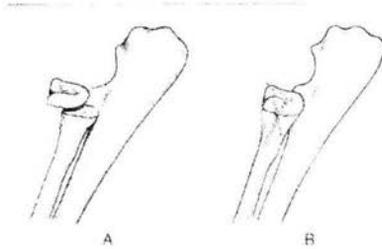


Fig.61 -Fractura de cabeza radial, la reducción debe de ser perfecta para evitar la artritis secundaria. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

El abordaje se realiza por la parte lateral separando casi en su origen los músculos extensores digitales común y lateral, esto dará una clara exposición del músculo supinador, rama profunda del nervio radial, ramas de la arteria interósea dorsal y parte del radio. (Fig.62)

La incisión sobre el origen del músculo supinador, expone el ligamento colateral lateral, ligamento anular y cápsula articular. El ligamento anular y la cápsula articular se seccionan, exponiendo la cabeza radial. (Fig.63) (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)



Fig.62. Abordaje a la cabeza radial. (Ilustración tomada de Piermateii DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia; W.B. Saunders, 1979.)

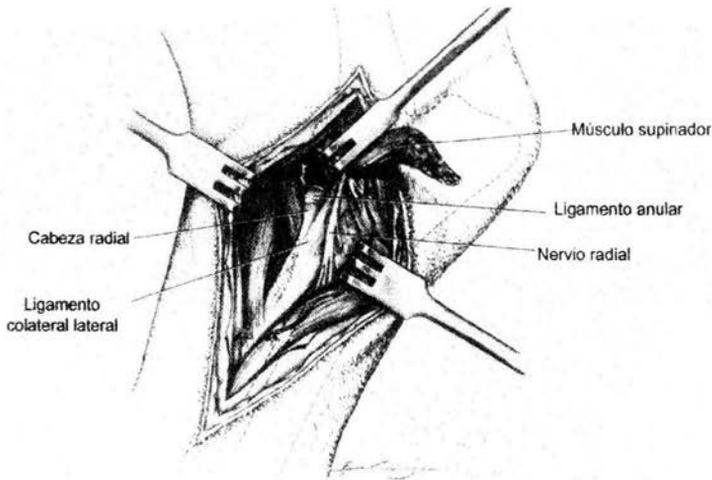


Fig.63. Exposición de la cabeza radial. (Ilustración tomada de Piermatei DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>ed</sup>. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.)

Las fracturas extraarticulares se puede reducir por medio de alambres de Kirschner cruzados y en el caso de las fracturas intraarticulares se pueden reducir por medio de alambres de Kirschner y tornillos de compresión. La compresión en el caso de los alambres de Kirschner, se puede hacer con una pinza para hueso.

- Fracturas olecraneanas

Estas lesiones pueden ser simples de dos fragmentos o conminutas, por lo regular, el fragmento proximal está muy desplazado, debido a la tracción del tríceps. La reducción abierta y fijación esquelética de estas fracturas son requeridas, por que la coaptación externa es incapaz de contrarrestar la fuerza distractiva del tríceps. (Fig.65)

Este tipo de fracturas tienen su complejidad en la gran fuerza de tracción que el tríceps ejerce sobre el fragmento proximal. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

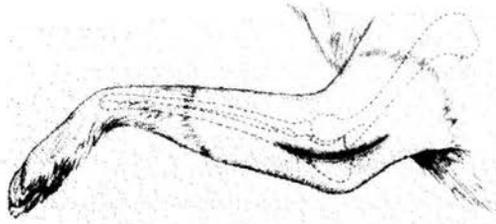


Fig.64. Abordaje para reducir fracturas olecraneanas. (Ilustración tomada de Piermattei DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.)

En general este tipo de fracturas se exponen a través de un abordaje caudal, levantando de forma subperióstica los músculos extensor y flexor carpoulnar. (Fig.64)

La reducción de la fractura debe de ser perfecta para minimizar el desarrollo de la enfermedad degenerativa secundaria.

La extensión del codo relaja la tracción del tríceps, con lo que se facilita la reducción de la fractura, la reducción se realiza por medio de clavos y alambrado en banda de tensión o placas óseas.

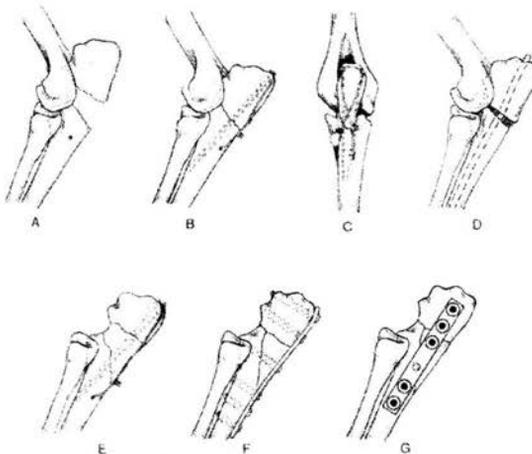


Fig.65. A) Fractura de olécranon, B) Reducción por medio de una banda de tensión, vista lateral, C) Reducción por medio de una banda de tensión, vista caudal, D) Reducción con clavo intramedular, E) Reducción con banda de tensión, de un fractura múltiple en olécranon, F) reducción con placa colocada en el borde caudal de la ulna, G) Reducción con placa colocada en la parte lateral de la ulna. (Ilustración tomada de Brinker. W, Piermattei. D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

- Fracturas de Monteggia

Se denomina así a las fracturas de la mitad proximal de la ulna con luxación craneal de la cabeza radial.

Este tipo de fracturas son raras, por que la cabeza radial se encuentra bien protegida por los músculos que la rodean, sin embargo, las fracturas distales de radio pueden ser extra o intraarticulares.

En ocasiones, los pacientes presentan respuestas propioceptivas anormales por la renuencia a mover el miembro a causa del dolor.

El abordaje caudal es el más adecuado para la total exposición de la fractura y la luxación. (Fig.66) (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)



Fig.66. Abordaje caudal al cuerpo de la ulna. (Ilustración tomada de Piermatei DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>da</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.)

Es recomendable primero reparar la fractura de ulna por medio de tornillos de compresión o con placa ósea. (Fig.67)

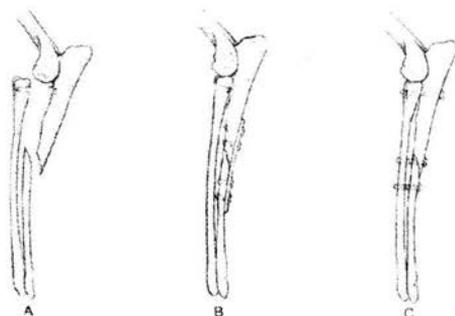


Fig.67. Reducción de una fractura de ulna con luxación de la cabeza radial, por medio de tornillos. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Si el ligamento anular proximal se encuentra desgarrado, debe repararse con sutura, si se encuentra intacto, la luxación se reduce tan solo con la reducción de la fractura.

En el postoperatorio se cubre la incisión con un apósito estéril y el miembro se coloca en un vendaje de Robert-Jones modificado, el cual ayuda a disminuir la inflamación. La actividad debe de ser restringida a caminatas cortas con correa por 10 a 12 semanas.

- Fracturas diafisarias ulnares o radiales aisladas.

Las fracturas ulnares son más frecuentes que las radiales debido a su localización anatómica. Estas fracturas tienen poco desplazamiento, debido a que el hueso adyacente intacto funciona como una férula interna.

Las fracturas abiertas, pueden presentarse con facilidad, debido a la escasez de cobertura en esa zona. Este tipo de fracturas involucran al tercio medio y distal del radio y la ulna. (Fig.68) (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

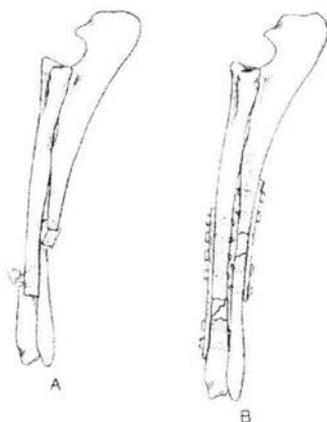


Fig.68. A) Fractura diafisaria en radio y ulna, B) Reducción de la fractura por medio de placa ortopédica. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair, 3th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1997.)

El diagnóstico radiográfico puede tener complicación debido al poco desplazamiento de los huesos.

El abordaje lateral es adecuado en este tipo de fracturas, ya que se logra una exposición considerable de los dos huesos. (Figs. 69 y 70)

La mayoría de estas fracturas pueden estabilizarse con una férula plástica, inmovilizando las articulaciones proximal y distal, sin olvidar que este tipo de coaptación externa no está exenta de complicaciones.

La reducción con placa ortopédica, es un método ideal para este tipo de fracturas, ya que brinda firmeza y estabilidad a los fragmentos.

El uso de fijadores esqueléticos está indicado, para el tratamiento de fracturas radiales conminuta, donde los fragmentos de hueso no estén desplazados.

El fijador esquelético brinda una fijación directa permitiendo el tratamiento de heridas abiertas. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)



Fig.69. Abordaje lateral al radio y la ulna. (Ilustración tomada de Piermatei DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.)

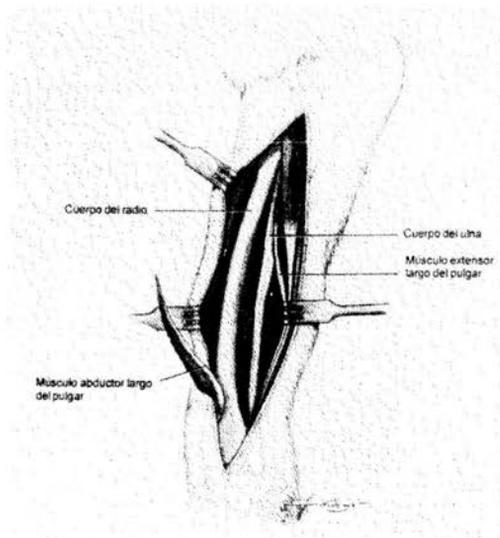


Fig.70. Exposición del radio y la ulna. (Ilustración tomada de Piermatei DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.)

- Fracturas estiloideas radiales y ulnares

Los procesos estiloideos radiales y ulnares dan origen a los ligamentos colaterales de la articulación antebraquiocarpal para dar un refuerzo a la estabilidad medial y lateral. (Fig.71) La fractura de uno o dos de los procesos causan inestabilidad carpal, por lo que es necesario la fijación interna.

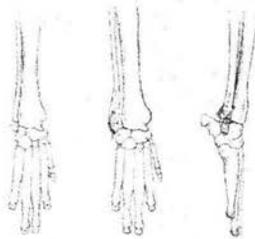


Fig.71. Reducción con banda de tensión, de una fractura estiloidea ulnar. (Ilustración tomada de Brinker, W, Piermattei, D, Flo, G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair, 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

La exposición de los procesos se da mediante la incisión directa. (Fig.72)

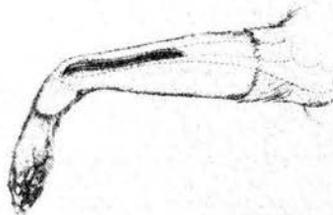


Fig.72. Abordaje distal a los procesos estiloideos. (Ilustración tomada de Piermattei DL., Greely RG. An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat. 2<sup>na</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.)

La fijación de las fracturas se logra con alambre en banda de tensión o tornillos de compresión (Fig.73) En el caso de perros de raza pequeña, puede ser imposible la colocación de dos clavos en la parte distal de la ulna, por lo que pueden no tener una estabilidad rotacional completa.

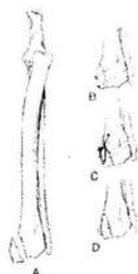


Fig.73.- Diferentes métodos para la reducción de fracturas estiloideas. (Ilustración tomada de Brinker, W. Piermattei, D. Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997.)

Como la consolidación sin complicaciones de estas fracturas es necesaria para prevenir la inestabilidad carpal, se requiere la coaptación externa suplementaria.

Una férula plástica o una metaférula de Mason pueden ser efectivas, manteniéndose durante 6 a 8 semanas. La actividad se debe restringir hasta que la fractura haya cicatrizado perfectamente. (2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

- Separaciones fisiarias radiales

Estas fracturas solo se presentan en animales en crecimiento, son poco frecuentes y es común que el problema derive en un cierre prematuro del centro de osificación, lo cual puede suceder en las dos semanas siguientes a la lesión.

El método a elegir es la reducción cerrada y solo en caso de que esto falle, se recurrirá a la reducción abierta, colocando clavos de Kirschner, desde la epífisis, a través de la fisis y hasta la metafisis. Los implantes deben de colocarse paralelos entre sí y perpendiculares a la fisis.

Estas fracturas consolidan dentro de las siguientes 3 semanas, al tiempo que se deberán retirar los alambres posterior a una valoración radiográfica.

(2,4,8,10,11,13,15,22,40,42,43,44,45,49,50,57)

## Capítulo X

### **Manejo Posoperatorio**

Inmediatamente después de la cirugía, los pacientes deberán de ser trasladados a la sala de recuperación, la cuál debe de contar con ciertas comodidades como: ventilación, temperatura regulable, espacio suficiente para su recuperación, vigilancia por parte del personal calificado, etc.

El tratamiento posoperatorio en los pacientes, consiste en vigilar la frecuencia cardiaca, la respiración, temperatura corporal y el color de las mucosas, además de evaluar los comportamientos normales como son: comer, beber, orinar, defecar, caminar.

Los pacientes anestesiados no deben de permanecer en la misma posición durante mucho tiempo, por lo que el personal deberá realizar cambio de postura del paciente, así como cambios de soluciones electrolíticas o transfusiones. El uso de preanestésicos ayuda a tener un periodo de recuperación más corto

La terapia de antibióticos de amplio espectro es utilizada a las dosis indicadas según el peso, edad y características especiales de cada individuo, se usan de manera obligada en fracturas expuestas o en pacientes que requieren tiempos operatorios extensos (mas de 2 horas). (Tab. 1) (2,8,10,12,13,14,22,44,50,57)

**Tabla 1. Antibióticos más comunes para el manejo posoperatorio**  
(2,8,10,12,13,14,22,44,50,51,57)

<b>Antibiótico</b>	<b>Dosis (mg /kg)</b>	<b>Vía de administración</b>	<b>Intervalo (horas)</b>
Amikacina <sup>1,2</sup>	10	E.V, I.M, Oral	8
Amoxicilina / clavulanato	22	Oral	6 a 8
Clindamicina <sup>3,4</sup>	11	E.V, I.M, Oral	8 a 12
Enrofloxacin	5 - 11	Oral	12
Gentamicina	22	E.V, I.M, SC	8 a 12
Penicilina G (acuosa)	20,000 – 40,000 U.I	E.V	6

<sup>1</sup> Nefrotóxica y ototóxica. La función renal debe vigilarse durante la medicación.

<sup>2</sup> Limitar su uso a una semana.

<sup>3</sup> Inyección IM dolorosa; puede causar flebitis por vía E.V

<sup>4</sup> Dosis parenteral cada 8 hrs; vía oral cada 12 hrs.

Los antiinflamatorios NO esteroideos (AINES) en soluciones inyectables son utilizados para el tratamiento del dolor posoperatorio, ya que bloquean la producción de prostaglandinas, las cuales sensibilizan los nociceptores en el sitio quirúrgico.

En los perros su uso se ve limitado por los efectos colaterales que tienen como son: sangrado gastrointestinal, úlceras gástricas, daño renal. (Tab.2)

En los gatos su uso está limitado por el alto riesgo de toxicidad y por la falta de enzimas que puedan metabolizar los AINES. (Tab.2)

Por estas razones es recomendable utilizar analgésicos de uso veterinario, que se pueden encontrar en diferentes presentaciones. (Fig.74) (2,8,10,12,13,14,22,44,50,57)

**Tabla 2. Fármacos analgésicas para el manejo posoperatorio**

Grupo	Fármaco	Posología	Duración de la acción	Toxicidad
Antiinflamatorios No esteroideos	Flunixin de Meglumina	1 mg/kg EV. SID	12-24 hrs	Irritación gastrointestinal, úlceras, daño renal.
	Ketoprofeno	2 mg/kg EV. SID	12-24 hrs	Irritación gastrointestinal, úlceras, daño renal.
	Carprofeno	2 mg/kg EV, oral. BID	12-24 hrs	Irritación gastrointestinal, úlceras, daño renal.
	Aspirina	Caninos: 10-25 mg/kg oral. BID. Felinos: 10 mg/kg oral. cada 48-72 hrs.	12 hrs 48-72 hrs	Irritación gastrointestinal, úlceras, daño renal
	Piroxicam	Caninos: 0.3 mg/kg oral. SID	24-48 hrs	Irritación gastrointestinal, úlceras, daño renal
Agonistas-antagonistas opioideos	Butorfanol	Caninos: 0.2-0.8 mg/kg Felinos: 0.1-0.4 mg/kg EV,IM,SC	Caninos: 0.5-2 hrs Felinos: 2-6 hrs	Distrofia
Agonistas opioideos	Morfina	Caninos: 0.1-0.5 mg/kg EV, infusión EV (hora)	1-4 hrs	Depresión respiratoria, náusea, hiperacusia
		Caninos: 0.5-1 mg/kg IM, SC.	2-6 hrs	
		Felinos: 0.05-0.2 mg/kg IM,SC.	2-6 hrs	



Fig 74. Analgésicos de uso veterinario

Es necesario mencionar el uso de productos antiartríticos, con buenos resultados en la prevención de la degeneración artrítica.

- Hialuronato de sodio

Actualmente existen productos que contienen como ingrediente activo el hialuronato de sodio. Se trata de un glucosaminoglicano que se encuentra de manera natural en el líquido sinovial, siendo el responsable de la alta viscosidad del mismo.

Estos productos tienen una función antiinflamatoria, además que se ha demostrado que reduce el tiempo de curación en casos de artritis aguda y en cirugías que involucran la articulación.

Son recomendados como otra opción en el manejo posoperatorio, para reducir las molestias del paciente, así como para retrasar la aparición de cambios degenerativos en la articulación después de una fractura intraarticular. (2,8,10,12,13,14,22,44,50,57)

- Terapia en frío.

Se utiliza durante los primeros tres días del tratamiento posoperatorio, ayudando a reducir la inflamación y el dolor.

Es muy sencilla puesto que se puede colocar un poco de hielo picado dentro de una bolsa de plástico o bien colocar un congelante de gel, durante 20 minutos tres veces al día. (2,8,10,12,13,14,22,44,50,57)

- Terapia en calor

La terapia en calor es utilizada para la fase crónica de la cicatrización, alrededor de quinto día en adelante. Se puede aplicar a manera de fomentos con agua caliente, durante 20 minutos. (2,8,10,12,13,14,22,44,50,57)

Como efectos benéficos, ayuda a reducir el dolor y aumenta la circulación en la zona, esta terapia no reduce la tumefacción por lo que no debe de utilizarse en los días posteriores a la cirugía.

## Vendajes

Los vendajes se definen como un método de inmovilización, compresión y protección de una parte del cuerpo por medio de un rollo de tela.

La férula al igual que el vendaje, sirve para la protección, inmovilización de un miembro.

Existen dos tipos:

Férulas de coaptación: las cuales tienen la característica de amoldarse a la forma de la región. (Férula de Mason)

Férulas de tracción: tienen la cualidad de ejercer tracción sobre cada uno de los fragmentos, para poder acomodarlos para una buena unión. (ej. Férula de Thomas Schroeder). (2, 8, 10, 12, 13, 14, 22, 44, 50, 54, 57)

- Vendaje de Robert-Jones

Se caracteriza por recubrir totalmente de algodón y gasa gran parte del miembro, y posteriormente cubrir con una venda elástica, eliminando los espacios muertos y prevenir el daño a los tejidos blandos adyacentes. (Figs 75 y 76) Estos vendajes se extienden desde los dedos hasta la mitad del húmero. Dicha venda debe revisarse y cambiarse cada tercer día para evitar edema en los dedos por un exceso de presión en la venda.

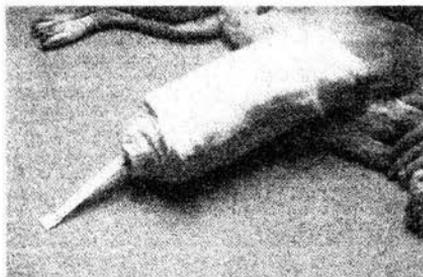


Fig.75.- Colocación de las capas de algodón. (Ilustración tomada de Fossum T. et.al. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999.)



Fig.76.- Colocación de una venda elástica para proteger la férula de algodón. (Ilustración tomada de Fossum T. et.al. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999.)

- Férula de Mason

Las férulas de cuchara metálica o de plástico se emplean para brindar soporte a las lesiones distales de radio-ulna, carpos, metacarpos y falanges. (Fig.77)

Se utilizan dispositivos de fijación interna auxiliares como medio de fijación primaria, en animales que requieren mínimo esfuerzo y presentan una rápida cicatrización. La parte con forma cóncava, se coloca en la parte distal del miembro, sobre el cojinete palmar, dejando libres a los dedos.

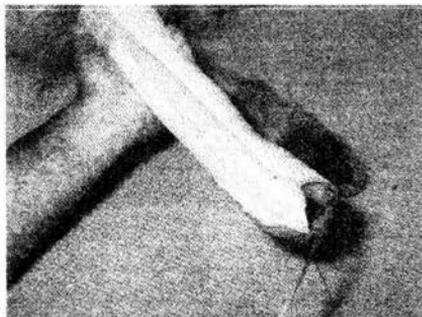


Fig.77.- Aplicación de la meta férula de Mason, consta de una cucharilla plástica que proporciona soporte. (Ilustración tomada de Fossum T. et.al. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999.)

**Rehabilitación**

Para la rehabilitación de un paciente con fractura en radio y ulna es de gran importancia el reposo de la extremidad, mantener los cuidados asépticos de la herida quirúrgica, cumplir con la antibioterapia recomendada y contar con la participación del propietario durante las terapias para lograr la rehabilitación total y satisfactoria del paciente.

Existen diferentes tipos de terapias como:

Ejercicios ortopédicos basados en el estiramiento controlado de los músculos y tendones, masajes, hidroterapia, magnetoterapia, acupuntura, electroacupuntura y rayo láser.

Además de la terapia pasiva, se requiere de una terapia activa, con el propósito de fortalecer los músculos y darle confianza al paciente para regresar a la actividad el miembro.

Como cualquier terapia requiere de paciencia y constancia para evitar un retroceso en la rehabilitación. (2,8,10,12,13,14,22,44,50,57)

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Adams DR. Anatomía canina : Estudio sistémico. Zaragoza, España : Acribia, 1988.
2. Alexander A. Técnicas quirúrgicas en animales y temas de terapéutica quirúrgica. 6ª ed. México: Interamericana Mc Graw Hill, 1986.
3. Annis J. Atlas de Cirugía canina. México: Grupo Noriega, 1991.
4. Archibald J., Catcott EJ. Canine and feline surgery. Santa Barbara California: American Veterinary Publications, 1984.
5. Bacha JW., Wood ML. Atlas color de histología veterinaria. Buenos Aires , Argentina: Inter-Médica, 1991.
6. Balfour RJ, Boudrieau RJ, Gores BR. T-plate fixation of distal radial closing wedge osteotomies for treatment of angular limb deformities in 18 dogs. *Vet Surg.* 2000;29:207-217.
7. Banks WJ. Histología veterinaria aplicada. México: Manual Moderno, 1986.
8. Birchard SJ., Manual Clínico de Pequeñas Especies. México: Mc Graw Hill Interamericana, 1996.
9. Blancas VME, Delgado BHA, Velasco LA. Utilización de minifijadores externos AO/ASIF en el manejo de las fracturas de la extremidad distal del radio *Rev Sanid Milit Mex* 1997; 51(2): 76-81. (citada 06/04/2003) Disponible en:  
[http://www.vet.ohio-state.edu/docs/ce/classes/html/aoasif/aoasif.html#small\\_prin](http://www.vet.ohio-state.edu/docs/ce/classes/html/aoasif/aoasif.html#small_prin)
10. Bojrab J. Técnicas actuales en cirugía de pequeños animales. 4ª ed. Buenos Aires: Intermédica, 2000.
11. Boulay JP. Fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 1998;28:51-74.
12. Brady CA, King LC. Postoperative management of the emergency small animal patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 2000;30:681-697.
13. Brinker. W, Piermattei. D, Flo. G. Handbook of small animal orthopedics and fracture repair. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997

14. Castro I, Jiménez A. Diplomado a distancia en traumatología y ortopedia en perros y gatos. México: Corporación educativa, 2003.
15. Chambers JN, Purinton PT, Allen SW, Schneider T, Smith JD. Flexor carpi ulnaris (Humeral Head) muscle flap for reconstruction of distal forelimb injuries in two dogs. *Vet Surg.* 1998;27:342-347.
16. Coetzee GL. Long bone fracture fixation with an intramedullary pin and C-clamp-on plate in dogs: 21 cases (1992-1997). *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999;12:26-32.
17. Delahunta, A. Anatomía veterinaria. México, DF: Nueva editorial Interamericana, 1987.
18. Dyce KM. Anatomía veterinaria 2ª ed. México: Mc Graw Hill Interamericana, 1999.
19. Evans, H, Christensen G. Miller's Anatomy of the dog. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.
20. Frandson R. Anatomía y fisiología de los animales domésticos, México: Interamericana Mc Graw-Hill, 1988.
21. Frewein J. The locomotor system of the domestic animals. New York: Springer Verlag, 1986.
22. Fossum T. Cirugía en pequeños animales. Buenos Aires: Intermédica, 1999.
23. Getty R, Sisson S, Grossman J.D. Anatomía de los animales domésticos. 5ª ed. Barcelona: Salvat, 1985.
24. Gorse JM. Using external skeletal fixation for fractures of the radius and ulna and tibia. *Vet Med.* 1998:463-472.
25. Ham A, Cormack D. Tratado de histología. 8va ed. México: Nueva Editorial Interamericana, 1983.
26. Harari J, Seguin B, Padgett SL. Principles of external skeletal fixation in small-animal surgery. *Vet Med.* 1998:445-453.
27. Hickman J. Atlas de Cirugía Veterinaria. México: Cía Editorial continental, 1976
28. Junqueira L.C. Histología básica 4ª ed. México: Masson, 1996
29. Kolb E. Fisiología Veterinaria. 1ra ed. España: Acribia, 1987.
30. Leeson T.S., Leeson C.P. Histología. México: Nueva Editorial Interamericana, 1984.

31. Lewis D, Bronson D, Samchukov M, Welch R, Stallings JT. Biomechanics of circular external skeletal fixation. *Vet Surg*.1998;27:454-464.
32. Lewis D, Radasch RM, Beale BS, Stallings JT, Lanz OI, Welch RD, Samchukov ML. Initial clinical experience with the IMEXTM circular external skeletal fixation system. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999;12:108-127.
33. Loeffler K. *Anatomy and physiology of domestic animals*. New York: Harper and Row, 1986.
34. Marti JM, Roe SC. Biomechanical comparison of the tip point and the hollow ground tip point for smooth external skeletal fixation pins. *Vet Surg*. 1998;27:423-428.
35. Morgan JP. *Radiology in Veterinary Orthopaedics*. Philadelphia: Lea Febiger, 1972.
36. *Nomina Anatómica* 6a ed. New York: Churchill Livingstone, 1989.
37. Pellegrino F, Suraniti A, Garibaldi L. *Síndromes neurológicos en perros y gatos*. Argentina: Inter-Médica, 2000.
38. Piermattii DL, and Greely RG. *An atlas of surgical approaches to the bones of the dog and cat*. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.
39. Popesko P. *Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos*, Barcelona: Salvat, 1990.
40. Popovitch CA, Nannos AJ. Emergency management of open fractures and luxations. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 2000;30:645-655.
41. Riser W H. *History of Small Animal Orthopaedics* Disponible en:  
[http://www.ivis.org/special\\_books/ortho/toc.asp](http://www.ivis.org/special_books/ortho/toc.asp)
42. Rovesti GL, Flückiger M, Margini A, Marcellin-Little DJ. Fragmented coronoid process and incomplete ossification of the humeral condyle in a Rottweiler. *Vet Surg* 1998;27:354-357.
43. Ruckebusch Y., Phaneuf L., Dunlop R. *Fisiología de pequeñas y grandes especies*. México: Manual moderno, 1994.
44. Santoscoy C, Hernández M. *Diplomado a distancia en medicina, cirugía y zootecnia en perros y gatos*. 2<sup>a</sup> ed. México D.F: Ciudad Universitaria, 1998.

45. Schaeffer IGF, Wolvekamp P, Meij BP, Theijse LFH, Hazewinkel HAW. Traumatic luxation of the elbow in 31 dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999;12:33-39.
46. Schaller O. *Nomenclatura anatómica veterinaria ilustrada*. España: Acribia, 1996.
47. Schebitz H, Wilkens H. *Atlas of radiographic anatomy of the dog and cat*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1979.
48. Schwarze F. *Compendio de Anatomía Veterinaria*. España: Acribia, 1970.
49. Sjöström L. Ununited anconeal process in the dog. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 1998;28:75-86.
50. Slatter R. *Textbook of small animal surgery* 2th ed. New York: W.B. Saunders, 1993.
51. Sumano LH, Ocampo CL. *Farmacología Veterinaria*. 2da ed. México: Interamericana McGraw Hill, 1998.
52. Summer-Smith G. *Bone in clinical orthopaedics: a study a comparative osteology*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1982.
53. Syring RS, Drobatz KJ. Preoperative evaluation and management of the emergency surgical small animal patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 2000;30:473-487.
54. Tista O. *Fundamentos de cirugía en animales*. 1ra ed. México: Trillas, 1993.
55. Withrow SJ. Surgery for skeletal sarcomas. *Clinical Techniques in Small Animal Practice* 1998;13:53-58.
56. [http://www.ivis.org/special\\_books/ortho/chapter\\_06/06mast.asp](http://www.ivis.org/special_books/ortho/chapter_06/06mast.asp)
57. [http://www.ivis.org/special\\_books/ortho/chapter\\_13/13mast.asp](http://www.ivis.org/special_books/ortho/chapter_13/13mast.asp)
58. <http://www.portalveterinaria.com/sections.php?op=listarticles&secid=24&min=30>

Índice de Figuras	Pág.
Fig. 1-A y 1-B.- Irrigación intraósea en hueso sano	9
Fig. 1-C y 1-D.- Irrigación intraósea en un hueso fracturado	9
Fig. 2.- Osteocito	11
Fig. 3.- Osteoclasto	13
Fig. 4.- Sistema de Havers	15
Fig. 5.- Diáfisis de los huesos largos	16
Fig. 6.- Osificación intramembranosa	18
Fig. 7.- Anatomía de radio y ulna (vista medio-lateral)	24
Fig. 8.- Anatomía de radio y ulna (vista latero-medial)	24
Fig. 9.- Radiografía de radio y ulna en un perro (latero-lateral)	25
Fig. 10.- Radiografía de radio y ulna en un perro (cráneo-caudal)	25
Fig. 11.- Radiografía de radio y ulna en un gato (latero-lateral)	25
Fig. 12.- Radiografía de radio y ulna en un gato (cráneo-caudal)	25
Fig. 13.- Radiografía de articulación húmero-radio-ulnar (latero-lateral)	25
Fig. 14.- Radiografía de articulación húmero-radio-ulnar (cráneo-caudal)	25
Fig. 15.- Radiografía de articulación carporradial (latero-lateral)	25
Fig. 16.- Radiografía de articulación carporradial (cráneo-caudal)	25
Fig. 17.- Musculatura del antebrazo (vista medial)	27
Fig. 18.- Musculatura del antebrazo (vista lateral)	28
Fig. 19.- Ligamentos del codo (vista lateral)	35
Fig. 20.- Ligamentos del codo (vista medial)	36
Fig. 21.- Inervación. Plexo braquial (vista medial)	37
Fig. 22.- Irrigación. Arterias del miembro torácico del perro (vista medial)	42
Fig. 23.- Irrigación. Arterias del miembro torácico del gato (vista medial)	43
Fig. 24.- Vena cefálica (vista craneal)	47
Fig. 25.- Venas del miembro torácico (vista medial)	48
Fig. 26.- Venas del codo (vista lateral)	48
Fig. 27.- Venas del codo en el gato (vista medial)	49
Fig. 28.- Clasificación de fracturas	59
Fig. 29.- Examen en marcha	64

Indice de Figuras	Pág.
Fig.30.- Examen en Irote	64
Fig.31.- Examen en estática	65
Fig.32.- Examen ortopédico	65 - 67
Fig.33.- Evaluación del reflejo tricipital	68
Fig.34.- Evaluación del reflejo bicipital	69
Fig.35.- Evaluación del reflejo extensor carporadial	69
Fig.36.- Evaluación de la respuesta propioceptiva (acomodación visual)	70
Fig.37.- Evaluación de la respuesta propioceptiva (acomodación táctil)	70
Fig.38.- Inervación cutánea del miembro torácico	71
Fig.39.- Radiografías de fractura diafisaria	72
Fig.40.- Artrocentésis de la articulación húmero-radio-ulnar	75
Fig.41.- Artrocentésis de la articulación radiocarpiana	75
Fig.42.- Manejo preoperatorio	76
Fig.43.- Examen físico. Temperatura corporal	77
Fig.44.- Examen físico. Frecuencia cardíaca	77
Fig.45.- Examen físico. Frecuencia respiratoria	78
Fig.46.- Máquina de anestesia inhalada	79
Fig.47.- Instrumental básico de ortopedia	79
Fig.48.- Taladro neumático	81
Fig.49.- Tornillos ortopédicos	82
Fig.50.- Pasador de alambre	82
Fig.51.- Colocación de un cerclaje	83
Fig.52.- Banda de tensión	84
Fig.53.- Placa en forma de "T"	85
Fig.54.- Placas ortopédicas	85
Fig.55.- Fijador esquelético tipo IA	88
Fig.56.- Fijador esquelético tipo IB	88
Fig.57.- Fijador esquelético tipo IIA	89
Fig.58.- Fijador esquelético tipo IIB	89
Fig.59.- Fijador esquelético tipo III	90

<u>Indice de Figuras</u>	<u>Pág.</u>
Fig.60.- Colocación de un aparato de fijación esquelética	91 - 92
Fig.61.- Fractura de cabeza radial	93
Fig.62.- Abordaje a la cabeza radial	94
Fig.63.- Exposición de la cabeza radial	95
Fig.64.- Abordaje a olécranon	96
Fig.65.- Métodos de reducción de fracturas olecraneanas	96
Fig.66.- Abordaje caudal al cuerpo de la ulna	97
Fig.67.- Fractura de Monteggia	98
Fig.68.- Fractura diafisaria de radio y ulna	99
Fig.69.- Abordaje lateral al radio y la ulna	100
Fig.70.- Exposición del radio y la ulna	100
Fig.71.- Banda de tensión en fractura estiloides ulnar	101
Fig.72.- Abordaje distal a los procesos estiloides	101
Fig.73.- Métodos de reducción de fracturas estiloides	102
Fig.74.- Analgésicos de uso veterinario	105
Fig.75.- Férula de algodón	107
Fig.76.- Venda elástica	108
Fig.77.- Férula de Mason	108

<u>Indice de Tablas</u>	<u>Pág.</u>
Tab. 1.- Antibióticos posoperatorios más comunes	103
Tab.2.- Fármacos analgésicos más posoperatorios	105