

J. Antonin
P. Guitart
J. Rodón

Hospital Veterinari del Maresme
Mataró (Barcelona)

Correspondencia:
J. Rodón
Hospital Veterinari del Maresme
Camí de la Geganta 113
08302 Mataró
Barcelona

Fractura diafisaria del antebrazo. Tratamiento por fijación externa. Bases mecánico-anatómicas

15

Artículo presentado a los Premios Fundación
Purina 1990

RESUMEN

Intentamos explicar en este trabajo las bases teórico-prácticas que seguimos en las fracturas diafisarias del antebrazo en su tratamiento mediante fijación externa según nuestros conocimientos anatómico-mecánicos.

PALABRAS CLAVE

Fracturas del antebrazo; Tratamiento por fijación externa.

ABSTRACT

We try to explain in this paper the theoretic-practical basis that we follow in the dyaphyseal fractures of the forearm by skeletal fixation treatment according to our mechanical and anatomical knowledge.

KEY WORDS

Forearm fractures; Skeletal fixation treatment.

INTRODUCCION

Las fracturas diafisarias de radio y cúbito pueden ocurrir a todos los niveles siendo más comunes las del tercio distal⁽¹⁸⁾. Pueden ser completas o incompletas e incluir uno o ambos huesos. El nivel de la fractura puede ser el mismo en ambos huesos o muy separados⁽¹⁸⁾.

El objetivo del tratamiento de cualquier fractura debe ser el retorno a la total funcionalidad del miembro lo más pronto posible⁽⁵⁾. Cuando una fractura se estabiliza con un fijador externo se esperan compensar las fuerzas aplicadas en el punto de fractura resultantes de la actividad muscular y de las fuerzas pasivas de doblamiento. Estas fuerzas dependen la mayoría de las veces del tipo y nivel de la fractura. Además de las fuerzas citadas el fijador externo debe resistir también las fuerzas axiales al hueso y las rotacionales (no muy significativas)⁽¹⁹⁾.

Un fijador externo puede ser usado como método de fijación primaria o para mejorar la estabilidad realizada por otra modalidad de fijación. La carga que sufre un fijador externo, especialmente en la unión hueso aguja es mayor si se usa como modelo primario de fijación de fracturas sobre todo en las inestables. La estabilidad de las fracturas está relacionada con el grado de desplazamiento inicial y la configuración y conminución adquirida⁽²⁾. En la práctica veterinaria, ya que nuestros animales no presentan los miembros geométricamente iguales, creemos que un montaje ideal para todo tipo de perro es prácticamente imposible. Así pasamos a dividir las razas de perros en 3 grupos, teniendo en cuenta sobre todo las características de sus antebrazos (como aconseja J.M. Putod)⁽²⁰⁾. — Antebrazos de tipo longilíneo: (Altura a la cruz de por lo menos 60-65 cm).

- Todos los graioides: excepto Whippet y lebel de Italia.

- Algunos lupoides: Briards, Baucerons, Bob-tail.

- Algunos molosoides: Dogo, San Bernardo, Mastines.

— Antebrazos de tipo mediolíneo: (Altura a la cruz entre 30-40-60 cm).

- Algunos graioides: Whippet, lebel de Italia.

- Todos los lupoides: Excepto Spitz, Pinchers enanos, Terriers-Bassets.

- Todos los bracoides: excepto Basset, Beagle, Tec-

kel, Caniche enano.

- Algunos molosoides: Boxer.

— Antebrazos de tipo brevilíneo: (Altura inferior a 30 cm).

- Algunos lupoides: Spitz, Pincher enano, Bichon, Chihuahua, Terriers-Bassets, Lhasa-Apso.

- Algunos bracoides: Bassets, Beagle, Teckel, Caniche enano.

- Algunos moloides: Pekinés.

MATERIAL Y METODOS

Para nuestro estudio se seleccionaron huesos radios y cúbitos de perros fallecidos en nuestro centro por causas no relacionadas con el metabolismo óseo. Por razones de manejo de las piezas óseas las razas escogidas fueron medianas y grandes.

Dichos huesos sufrieron un proceso de autoclavado intentando dejarlos completamente limpios de tejidos blandos y sin interferir al mismo tiempo en la fortaleza propia del hueso.

Para efectos de mediciones, donde se precisaban dos superficies (Borde distal y borde proximal) completamente planas, se rellenaron los bordes del hueso con resinas de embutir (Epopix).

Se intentaron reproducir los mecanismos de unión entre ambos huesos, mediante tornillos de compresión para simular el Ligamento Anular y el músculo Interóseo, y mediante la resina distal para simular la Articulación Radio Cubital distal.

Las piezas óseas fueron seccionadas a distintos niveles (distal, medio y superior) y se unieron los dos fragmentos mediante diversas configuraciones de fijación externa dejando un defecto de 5 mm, distancia que está determinada en la razón elástica del fijador externo⁽⁶⁾.

Las mediciones fueron efectuadas en el Laboratorio d'Assaigs i d'Investigacions de la Generalitat de Catalunya. La velocidad de compresión fue de 1 mm/min. Así cuando la compresión se va desarrollando, la pieza ósea se va doblando en la dirección de menor resistencia (Fig. 1).

Los diferentes montajes utilizados estaban hechos a base de agujas de Kirschner de 2 o 3 mm, con la punta afilada por nosotros mismos ya que las agujas que tenemos a nuestra disposición no están lo suficientemente afiladas bajo nuestro punto de vista, barras de acero de 3 o 4 mm y los

coactores-rótulas de Meynard. Todos los montajes experimentados fueron del tipo que a nuestro parecer es el ideal para las fracturas diafisarias del antebrazo, el cual debe estar formado por un cuadro transfixante perfectamente rígido en el interior del cual se encuentra el hueso fracturado⁽¹⁶⁾.

Eliminamos pues la hemifijación que a nuestro parecer no da la estabilidad suficiente en gran parte de las fracturas del antebrazo^(6, 16).

Las pruebas a realizar se basaban en conocer la resistencia de cada montaje en particular conforme íbamos cambiando el número y diámetro de las agujas, el diámetro de las barras conectoras, el cambio de posición de las rótulas en las diferentes fracturas de los tercios superior, medio e inferior.

RESULTADOS

Aunque estos valores de rigidez para varias configuraciones geométricas son relativos, creemos que reflejan unos valores que podrán ayudar al cirujano para la elección del montaje ideal según el paciente y el tipo de fractura⁽⁶⁾.

Para no extendernos y exponer todas las gráficas conseguidas, escogeremos varios ejemplos que desarrollaremos y que se pueden extrapolar a cualquier otro tipo de fractura:

— *Gráfico n.º 1:* se aprecia un aumento de rigidez del montaje con una aguja más en el fragmento proximal en toda la curva.

— *Gráfico n.º 2:* se aprecia un aumento de rigidez del montaje con el cambio de la barra conectora (de 3 mm a 4 mm).

— *Gráfico n.º 3:* se comparan las 3 gráficas, es decir:

Curva n.º 1: Fractura 1/3 distal: 4 agujas de 2 mm en fragmento proximal. 2 agujas de 2 mm en fragmento distal. Barra conectora de 4 mm.

Curva n.º 2: Fractura 1/3 distal: 3 agujas de 2 mm en fragmento proximal. 2 agujas de 2 mm en fragmento distal. Barra conectora de 4 mm.

Curva n.º 3: Fractura 1/3 distal: 3 agujas de 2 mm en fragmento proximal. 2 agujas de 2 mm en fragmento distal. Barra conectora de 3 mm.

— *Gráfico n.º 4:* se aprecia un espectacular aumento de rigidez del montaje cambiando el diámetro de las agujas:

Curva n.º 1: Fractura 1/3 distal: 4 agujas de

3 mm en fragmento proximal. 2 agujas de 3 mm en fragmento distal. Barra conectora de 4 mm.

17

Curva n.º 2: Fractura 1/3 distal: 4 agujas de 2 mm en fragmento proximal. 2 agujas de 2 mm en fragmento distal. Barra conectora de 4 mm.

Lo mismo se pudo corroborar en la fractura del nivel medio donde la posibilidad de cambiar el n.º de agujas era menor y decidimos poner 3 agujas por fragmentos y variar el diámetro de barras y agujas:

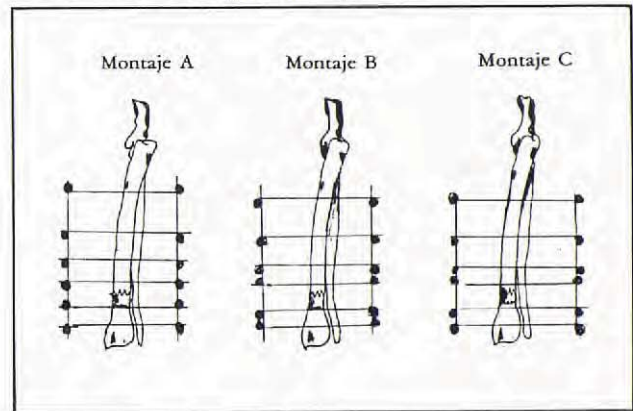
— *Gráfico n.º 5:*

Curva n.º 1: Barras conectoras: 4 mm. Diámetro agujas: 3 mm. N.º agujas por fragmento: 3.

Curva n.º 2: Barras conectoras: 3 mm. Diámetro agujas: 2 mm. N.º agujas por fragmento: 3.

Curva n.º 3: Barras conectoras: 4 mm. Diámetro agujas: 2 mm. N.º agujas por fragmento: 3.

En cuanto al montaje de las rótulas de Meynard se hicieron las siguientes pruebas:



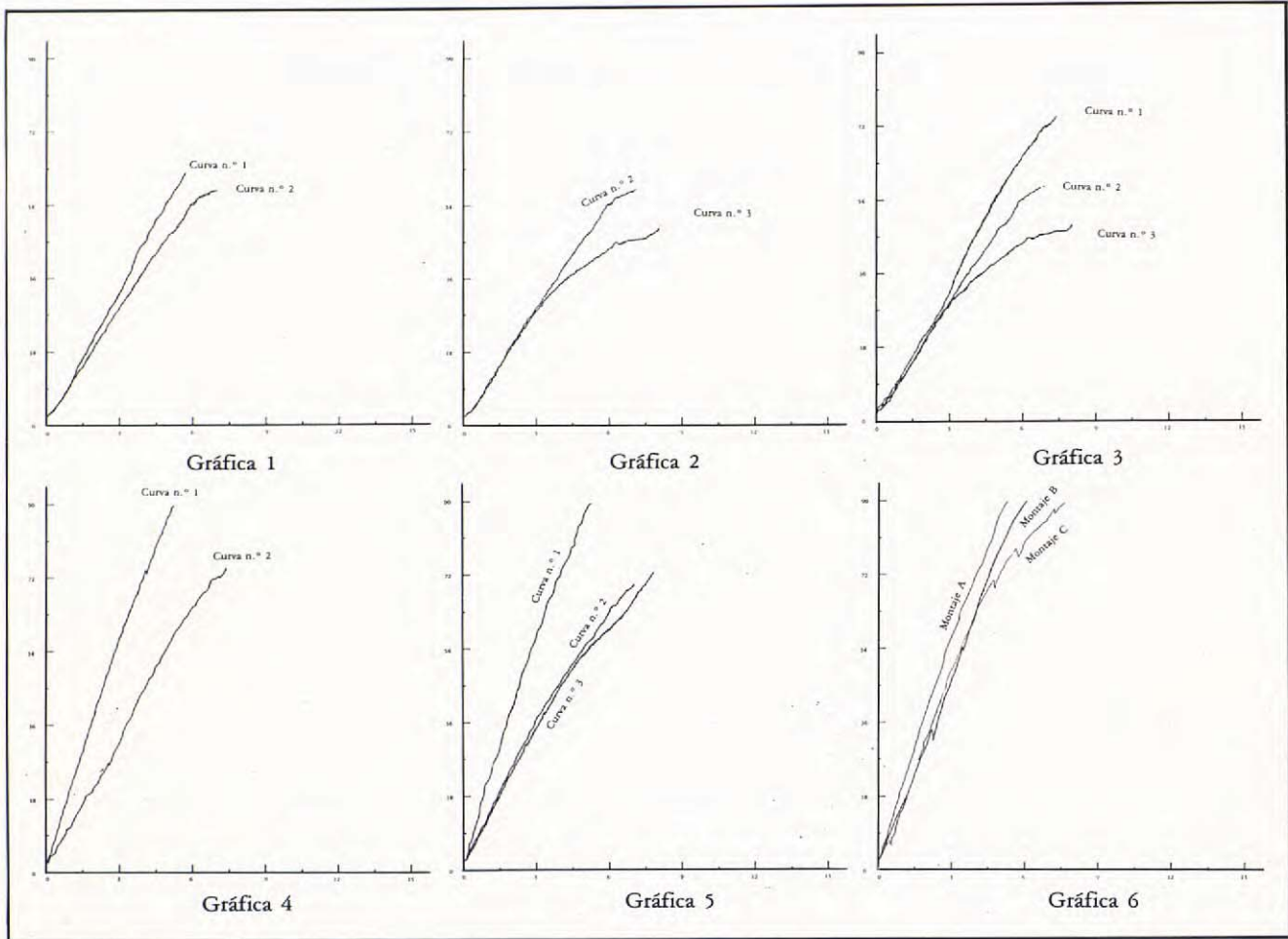
— *Gráfico n.º 6:* Observamos que las diferencias entre las curvas son mínimas, y que es más importante la rigidez propia del montaje que no la disposición de las rótulas, aunque en el montaje A se aprecia un pequeño aumento de rigidez.

Se midieron también los montajes en triangulación y montajes con las agujas en divergencia. De todas las mediciones efectuadas se llegó a las siguientes conclusiones:

— La divergencia no afecta a la rigidez del montaje.

— Utilizar siempre que sea posible la disposición de las rótulas del montaje A.

— Es importantísimo que las agujas estén en el mismo plano, ya que de no ser así hay un gran peligro de rotura ósea (Fig. 2).



— Escoger siempre las agujas de mayor diámetro posible.

DISCUSION

La fijación externa tiene muchas ventajas, pero dado su gran potencial es necesario comprender sus propiedades mecánicas. Hay varios factores, aparte de la influencia que ejerce el cirujano en la intervención quirúrgica que se deben considerar, como pueden ser⁽¹⁹⁾:

1. La fuerza del hueso: determinado por el tipo de hueso fracturado, edad, raza, estado de salud...
2. Modelo de elasticidad del metal: depende del mercado existente.
3. Propiedades debidas al diseño del montaje que aplicaremos: es el punto donde más podemos influir.

Bajo nuestro punto de vista, existen 4 factores de estabilidad⁽¹¹⁾:

I. Factores mecánicos:

- Relacionados con las agujas.
 - Número.
 - Diámetro.
- Relacionados con las barras conectoras.
 - Geometría del montaje.
 - Posición de las agujas.
 - Posición de las barras.
- II. Factores anatómicos:
 - Recuerdos anatómicos.
 - Anatomía del radio.
 - Músculos, ligamentos y tendones.
 - Arterias, venas y nervios.
 - Importancias anatómicas.
- III. Factores propios de la técnica:
 - Asepsia.
 - Reducción de la fractura.
 - Abierta.
 - Cerrada.
 - Método de inserción de las agujas.

Alimentos de Calidad para PERROS • GATOS • PAJAROS

Una forma natural para mantenerlos sanos con toda garantía.

Venta en Tiendas especializadas, Clínicas veterinarias y Pajarerías.

Experiencia, continua investigación y servicio inmediato a su disposición.

CACHORROS



ALTA ENERGIA



PERROS ADULTOS



GATOS



COMPLEMENTOS PARA PERROS



COMEDEROS



PAJAROS



Para Cachorros.

Mini-galletas en 25 Kgs.
Mini-galletas en 5 Kgs.
Mini-croquetas en 5 Kgs.

Perros Alta energía

Gránulos en 25 Kgs.

Complementos

Karotenos en 2 Kgs.
Huesos y Chuletas en 700 grs.

Perros Adultos

Galletas en 5 Kgs.
Croquetas en 5 Kgs.
Galleta en 25 Kgs.
Croquetas en 15 Kgs.
Tacos para rehalas en 25 Kgs.

Para Gatos

Mini-croquetas en 2 Kgs.
Cama para Gatos en 5 Kgs.

Para Pájaros

Pasta Artesanal en 500 grs.
Panizo Natural en 10 espigas

Accesorios

Comedero Pájaros varios modelos
Comedero Perros 25 Kgs. capacidad

MAS CALIDAD
A MEJOR PRECIO

visán

Asistencia al cliente: Doctor Esquerdo, 168. Madrid 28007. Tel 551 22 00 • Fax 433 92 65

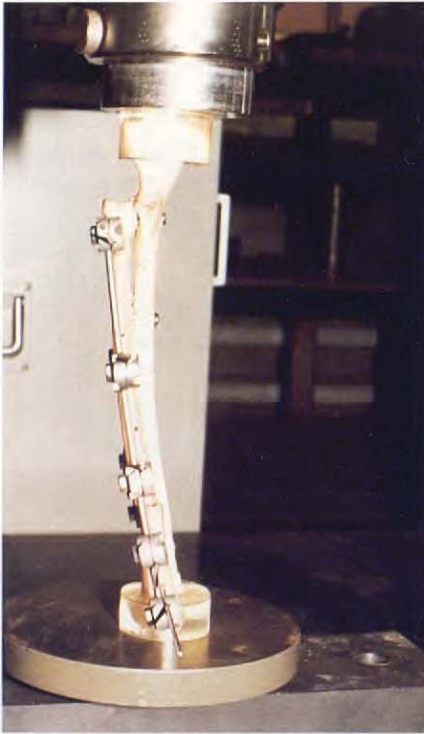


Fig. 1. Sistemas de compresión utilizados.



Fig. 2. Radiografía de una fractura tratada con fijación externa, donde se aprecian los agujeros de las agujas en el mismo plano.

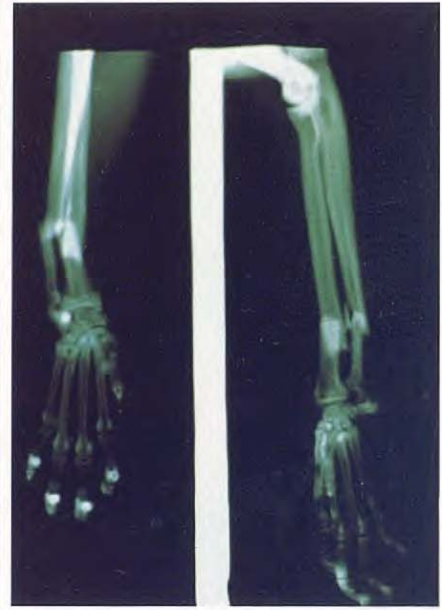


Fig. 3. Fractura iatrogénica en radio de gato por un excesivo diámetro de las agujas.

IV. Factores propios de la fractura:

- Nivel de la fractura.
- Tercio superior del antebrazo.
- Tercio medio del antebrazo.
- Tercio inferior del antebrazo.
- Tipo de fractura.

I. Factores mecánicos

Relacionados con las agujas

El buen uso de las agujas es fundamental, una mala inserción de éstas puede llevar al fracaso aunque el montaje sea estable geométricamente⁽⁸⁾.

A. Número de agujas.

Viene determinado por el tipo de fractura y el tamaño del animal. Un número excesivo de agujas (puestas en el mismo plano) puede llevar a la fractura del hueso por un número excesivo de agujeros. Al aumentar el número de agujas se distri-

buye la carga soportada más igualmente ayudando así a disminuir la fuerza que se ejerce en la unión aguja-hueso⁽⁸⁾. Estudios realizados demostraban que había más «desenganche» de la aguja del hueso cuando se ponían dos agujas por fragmento que cuando había tres o cuatro por fragmento⁽⁶⁾.

B. Diámetro de las agujas.

Aunque su tamaño está limitado por la forma y tamaño anatómico del radio⁽¹⁹⁾, se deben escoger lo más grandes posibles. Esto ayuda a una mayor rigidez del montaje, disminuye la deformación elástica y cíclica (en carga y descarga del miembro) que hay en la unión hueso-aguja, que son factores que pueden llevar a la resorción ósea en dicho punto^(6, 8). Ahora bien, hay que conocer el diámetro del hueso a tratar. La aguja no puede tener un diámetro mayor que el del canal medular, ya que si fuera así y se interesaran las dos corticales, se podría llegar a una sección del hueso⁽¹⁶⁾

durante la cirugía, durante el período de cicatrización ósea o después de sacar las agujas (Fig. 3).

Relacionados con las barras conectoras

La deformación plástica de las barras conectoras es casi imposible si se usa el montaje adecuado y se siguen los principios básicos de aplicación (Fig. 4).

Relacionados con la geometría del montaje

A. Posición de las agujas.

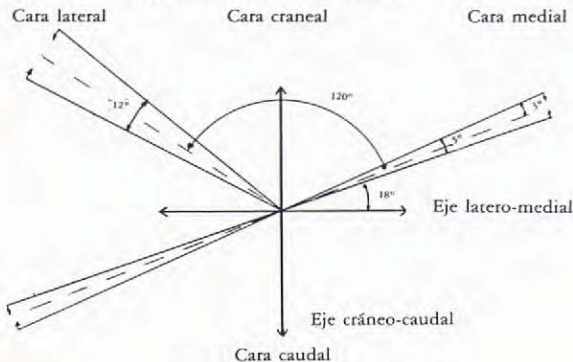
La disposición geométrica de las agujas juega un papel muy importante en la estabilidad de los fijadores externos⁽¹⁹⁾. Hay que tener en cuenta que el hueso esponjoso tiene menor capacidad para la sujeción de las agujas y que la corteza del hueso es más delgada cerca de los bordes articulares⁽⁵⁾.

Se deben situar (respetando siempre los principios anatómicos)⁽¹¹⁾:

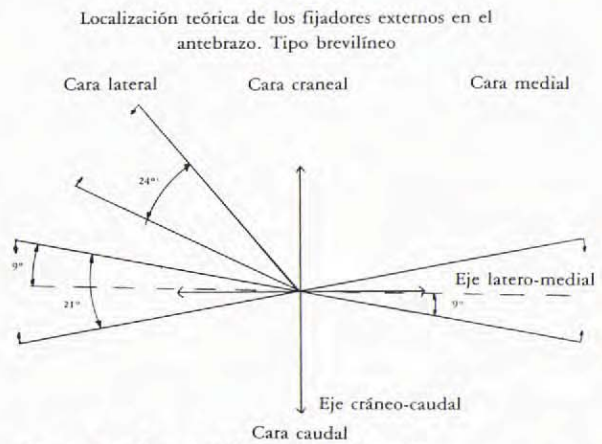
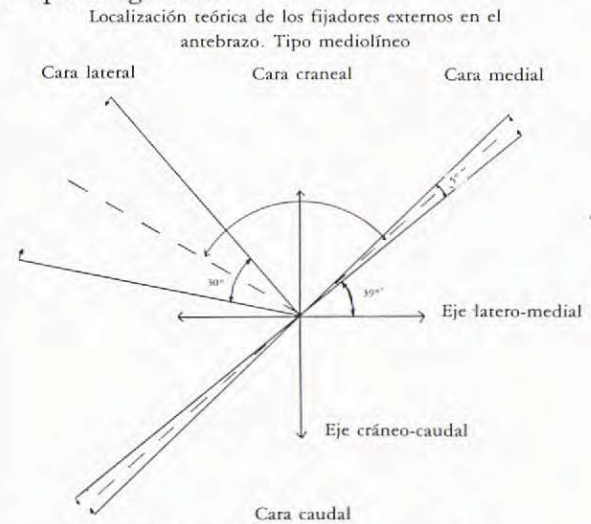
- Las más distales al foco de fractura lo más lejos posible de dicho foco.
- Las más proximales al foco de fractura, lo más cerca posible de dicho foco.

Deben ser perpendiculares al eje de longitudinal del hueso y paralelas unas a otras⁽⁴⁾. La divergencia de las agujas, a nuestro entender, no aumenta la rigidez del montaje, no disminuye la proporción de «desenganche» de las agujas si se han respetado las técnicas de aplicación y sin embargo, ocupan más espacio óseo por aguja, dando como resultado una menor área disponible por aguja en cada segmento del hueso fracturado⁽¹⁾.

Se deben situar todas las agujas en el mismo plano⁽⁵⁾ para que no exista un peligro de rotura ósea. Este plano debe ser el diámetro mayor del hueso, que en caso del radio debe seguir una dirección caudolateral-craneomedial. Es decir se siguen los siguientes ángulos de transfixión⁽²⁰⁾.



$21^{\circ},5 \pm 1^{\circ},5$ en relación al eje latero-medial, para el tipo longilíneo.



Para las dos gráficas anteriores:
 $41^{\circ},5 \pm 2^{\circ},5$ en relación al eje latero-medial en el tipo mediolíneo.

$6^{\circ},5 \pm 4^{\circ},5$ en relación al eje latero-medial en el brevilíneo.

Para la triangulación es necesario el cuadro más una barra frontal en la cara cráneo-lateral a 120° del ángulo de transfixión.

B. Posición de las barras.

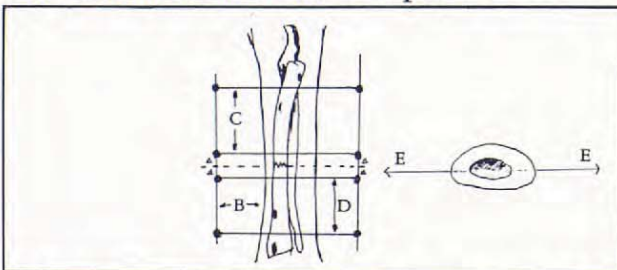
Se deben colocar tan cerca del hueso como sea posible para conseguir la máxima estabilidad de la fractura, aunque también tienen que estar lo suficientemente lejos como para prevenir la inflamación post-operatoria y prevenir la necrosis por presión de la piel⁽¹³⁾.



Fig. 4. Deformación total de las agujas. Las barras conectoras no demuestran ningún tipo de alteración.

Una excesiva distancia de la piel a la barra conectora, además de aumentar el volumen del aparataje, disminuye la rigidez. Este aumento de distancia no tiene una relación lineal sino cúbica⁽¹⁷⁾. Esta distancia óptima se consigue poniendo aproximadamente un dedo de ancho entre la barra y la piel⁽¹⁾.

En conclusión creemos que hay unos principios mecánicos fundamentales a respetar⁽²⁰⁾.



— La distancia A debe ser la más pequeña posible. Pero siempre respetando el foco de fractura, como mínimo 1-1,5 cm.

- La distancia B debe comprender entre 0,5-2 cm para que estén lo más cerca posible del hueso.
- Las distancias C, D y E deben ser lo más grandes posibles.

II. Factores anatómicos

Recuerdo anatómico^(20, 18)

Para una osteosíntesis de fijación externa es imperativo un perfecto conocimiento de la zona a intervenir.

A. Anatomía ósea.

El cuerpo del radio está totalmente aplanado en un sentido craneocaudal, sobre todo en su extremidad proximal. Su cara dorsal o craneal es convexa y su cara palmar o caudal es casi plana o ligeramente cóncava en su longitud. Luego todas las secciones del radio tienen una forma oval donde el diámetro mayor está orientado según un eje caudolateral-craudomedial.

B. Músculos, ligamentos y tendones.

Existen estructuras ligamentosas y tendinosas estrechamente pegadas al radio. Las más importantes para nuestro uso son:

- Ligamentos colaterales, laterales y mediales del codo.
- Terminaciones de los músculos flexores del antebrazo:
 - Músculo bíceps braquial.
 - Tendón del músculo braquial.

Por otra parte, estudios comparativos demuestran que el recubrimiento del radio no es idéntico de un tipo a otro de perro ni tampoco de su extremidad proximal a la distal. Es decir, que a partir del 1/3 (longilíneo) o de la mitad (mediolíneo y brevilíneo) de la longitud del antebrazo, la distribución muscular es tal que la cara medial del radio sólo está recubierta por la fascia antebraquial convirtiéndose en «subcutáneo». Desde el 1/3 distal, la cara lateral está recubierta por los tendones de los músculos extensores de la mano.

C. Arterias, venas y nervios.

El sistema arterial es único y proveniente mayormente de la arteria braquial.

El sistema venoso está formado por 2 venas voluminosas:

- La vena mediana del codo (en el séptimo proximal de su longitud).

Bayovac

El valor de la solidaridad



Cuando el trabajo de veterinario adquiere una dimensión totalmente distinta y la profesión se convierte en devoción, la solidaridad se transforma en un bien de valor incalculable. En Bayer elegimos la línea de la solidaridad. No sólo admiramos acciones rebosantes de Humanidad, como las de Vetermon (Veterinarios para el Tercer Mundo), sino que además colaboramos activamente. Por eso, cuando Usted elige nuestros productos biológicos para animales de compañía está eligiendo también la línea de la solidaridad. Hoy el valor de la solidaridad se está demostrando en Guatemala. Mañana en Zaire. Y pasado donde haga falta ■

Bayovac:
solidaridad
sin fronteras.

Bayer 

24



Fig. 5a y 5b. Preoperatorio y postoperatorio de un perro pequeño.

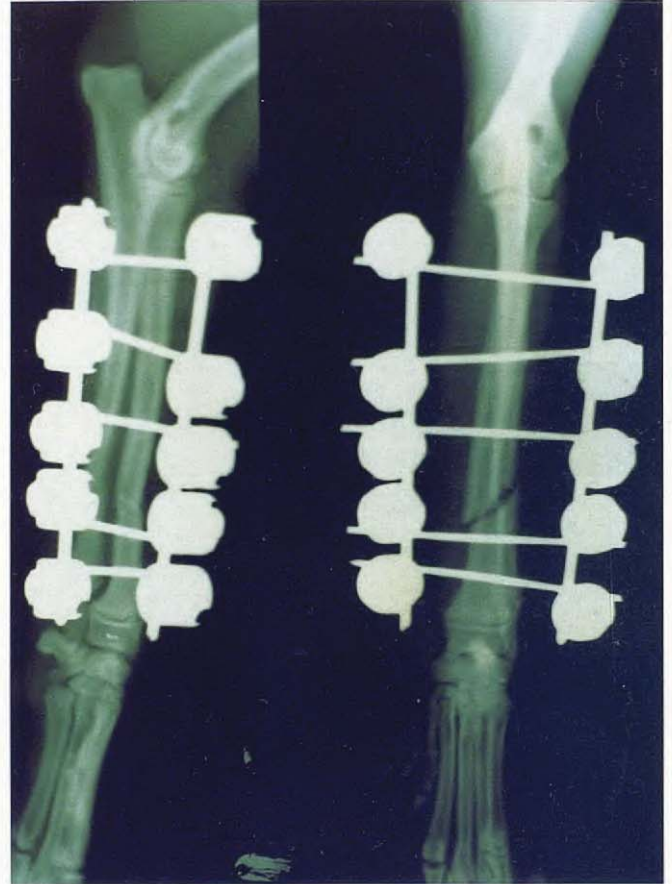


Fig. 5b.

- La vena cefálica (casi en el cuarto distal de su longitud).

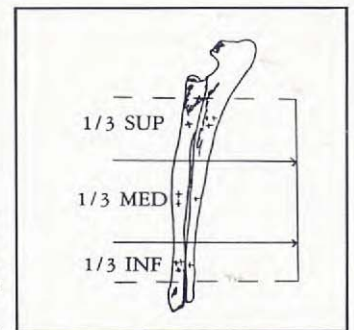
La rama profunda del nervio radial camina por la cara profunda de los músculos extensores, y distribuye al conjunto de los músculos antebraquiales craneales un importante número de fibras motoras.

Importancias anatómicas^(20, 13)

Desde el punto de vista quirúrgico, la importancia relativa del radio y cúbito es variable en función del lugar donde haya ocurrido la fractura. Hemos de dividir pues el estudio de las fracturas diafisarias en 3 partes⁽¹³⁾.

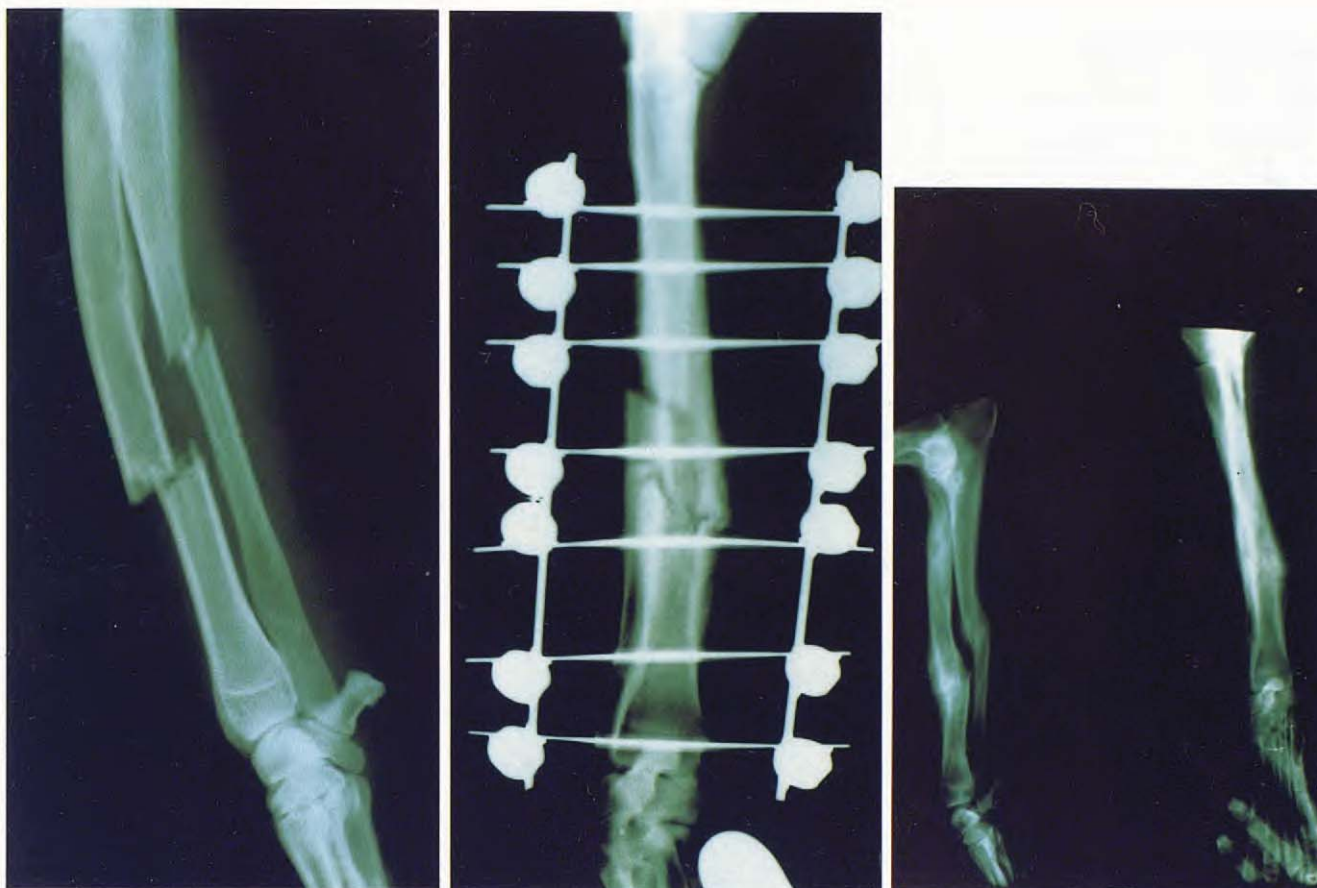
- Fracturas del tercio superior.
- Fracturas del tercio medio.
- Fracturas del tercio inferior.

Importancia relativa del radio y del cúbito que es variable en función del lugar de la fractura (representado por cruces



Los complejos ya citados de vena cefálica y el paquete de arteria, vena y nervio mediano constituyen 2 zonas longitudinales a evitar.

La vena mediana del codo y la vena cefálica determinan en los sitios por donde cruzan el radio



Figs. 6a, 6b y 6c. Preoperatorio y postoperatorio de un perro pequeño. Se demuestra la diferencia de reducción.

unas zonas transversales a evitar. La localización de estas estructuras se hace efectuando homeostasis a nivel del codo para la vena cefálica, y evitando poner agujas entre el tercio y el quinto de la distancia que separa la punta del codo del hueso pisiforme para la vena mediana (los márgenes de seguridad son de 1 cm).

A nivel proximal del antebrazo debería prestarse atención de no lesionar el fascículo craneal de los ligamentos colaterales del codo y tendones de los músculos flexores del antebrazo.

Por debajo del plano de intersección entre la vena cefálica y el radio es preciso prestar atención por la cara lateral del antebrazo a los tendones de los músculos extensores común de los dedos y oblicuo del carpo, el cual es casi imposible de evitar

totalmente por su forma (larga y plana). Aunque también debido a su forma las lesiones puntuales no ofrecerían gran importancia.

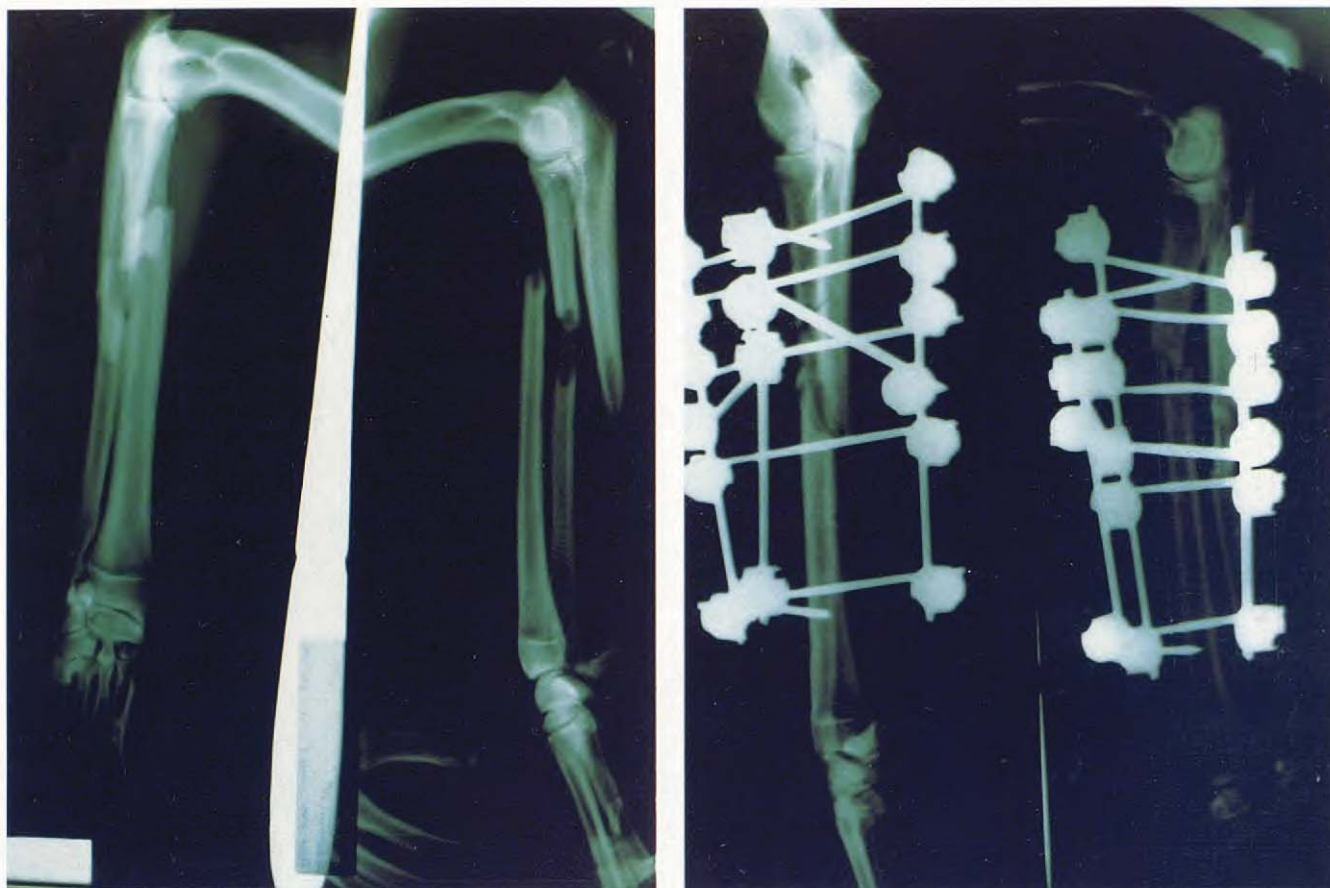
Con respecto a las arterias del antebrazo, no son una contraindicación al empleo de los fijadores por su localización interósea y/o al pequeño diámetro de muchas de ellas.

Las ramas motoras emitidas por el nervio radial son numerosas y de pequeño diámetro, por lo que en caso de lesionarse alguna de ellas, sólo sería en parte y nunca en su totalidad. Aun así, esta lesión es extremadamente rara.

III. Factores propios de la técnica

Existen unos principios básicos en cualquier fijación externa:

26



Figs. 7a y 7b. Triangulación en perro grande. Fractura de tercio superior.

Asepsia

Rigurosa, como cualquier intervención traumática.

Reducción de la fractura

Las fracturas deben alinearse antes de la inserción de las agujas para conseguir la anatomía propia de la piel y tejidos blandos de la región y evitar así estiramientos cutáneos en el punto de aplicación de las agujas que podrían ser causa de necrosis y foco de infección. Normalmente se alinean manualmente al cabo de unos minutos de «estiramiento» del miembro fracturado para producir una fatiga muscular de tal manera que la fractura pueda ser manipulada y reducida⁽⁷⁾. Si no se hiciera así, pueden usarse una aguja en el borde distal y otra en el borde proximal del ante-

brazo para su manipulación y conseguir así la dirección adecuada⁽⁴⁾, aunque creemos que este método no es el adecuado, ya que una excesiva manipulación de las agujas insertadas puede producir unas lesiones en sus uniones con el hueso que podrían resultar en necrosis⁽⁸⁾.

En este tipo de osteosíntesis se pueden efectuar reducciones cerradas o abiertas, que dependerán siempre del tipo de fractura. La reducción cerrada produce un menor daño en los tejidos blandos y al aporte sanguíneo, pero puede no permitir una reducción perfecta. La reducción abierta se realiza mediante una pequeña incisión disminuyendo así también el daño al aporte sanguíneo⁽¹⁴⁾.

A. Reducción abierta.

La osteosíntesis de radio y cúbito presenta un

28



Figs. 8a y 8b. Triangulación en perro pequeño. Fractura de tercio superior.

problema de vías de acceso. Se necesita, si es posible, una vía que permita el acceso simultáneo a los 2 huesos, ya que es casi imposible reducir el cúbito en un segundo tiempo si el radio está ya reducido. Luego utilizaremos⁽¹³⁾:

- Para las fracturas del tercio superior: dos vías de acceso, una para cada hueso.
 - Para las fracturas del tercio medio e inferior: una vía de acceso anterolateral preconizada por Latte, que a diferencia de la preconizada en el Piermatei se pasa entre el extensor radial del carpo y el extensor común de los dedos, en lugar de pasar entre el extensor común y el extensor lateral.
- B. Reducción cerrada.

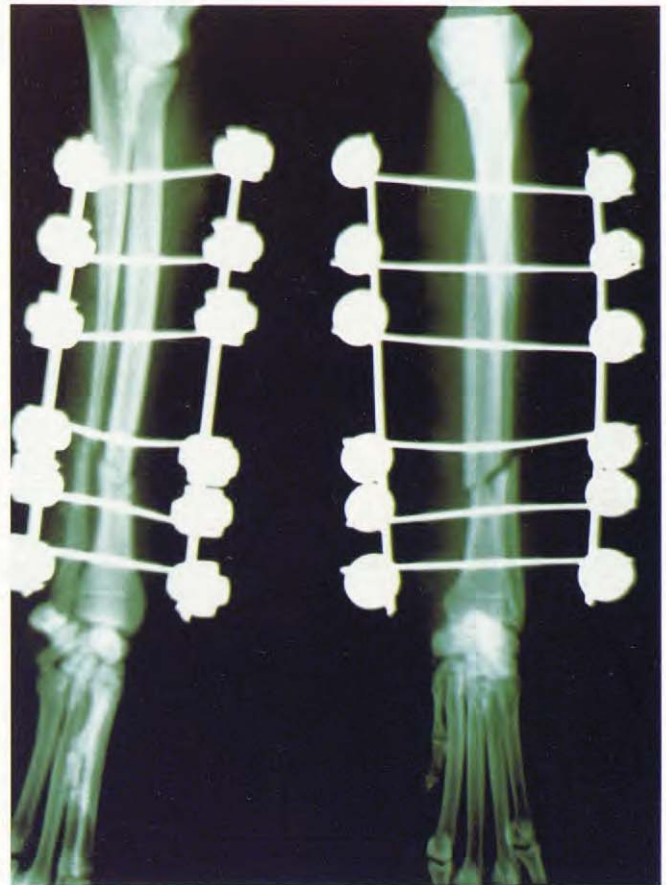
Utilizaremos la angulación tras fatiga muscular⁽⁷⁾.

En cuanto al resultado de la reducción creemos que los perros pequeños necesitan una buena reducción (mayor del 75 %) además de una adecuada estabilidad. En perros grandes es menos necesaria la estabilidad y es suficiente con más del 50 % de área de contacto entre las superficies óseas⁽¹⁸⁾ (Figs. 5 y 6).

Método de inserción de las agujas

A. Daño mínimo a los tejidos blandos de la zona.

Se debe practicar una incisión de aproximadamente 0,5-1 cm (longitudinal o transversal) en cada



29

Figs. 9a y 9b. Animal por debajo de los 25 kg.

zona donde se va a insertar la aguja, efectuar disección roma hasta llegar al hueso y realizar la inserción. No se debe hacer nunca a través de piel intacta, incisiones primarias (caso de reducciones abiertas), pieles desvitalizadas⁽⁸⁾...

B. Velocidad de penetración de la aguja.

Con inserciones a alta velocidad el problema más frecuente era el «desenganche» de las agujas debido a una necrosis térmica. Aunque se demostró que el daño mecánico al hueso era peor todavía cuando se utilizaba una inserción manual debido al efecto de «bamboleo» al que se sometía la aguja durante la inserción⁽¹⁰⁾. Por otra parte, existen autores que recomiendan la inserción a alta velocidad^(16, 12). Bajo nuestro punto de vista, creemos que siempre que se inserte una aguja con al-

gún tipo de motor a pesar de la velocidad a que se efectúe la inserción, habrá osteolisis, ya que casi siempre se alcanzan los 55° C, temperatura a la que la pérdida de las propiedades del hueso son irreversibles⁽¹⁵⁾.

Nosotros casi damos más importancia a la punta de la aguja, la cual debe ser muy afilada, y facilitar la eliminación de «virutas» óseas, lo cual está asociado a temperaturas más bajas⁽¹⁵⁾.

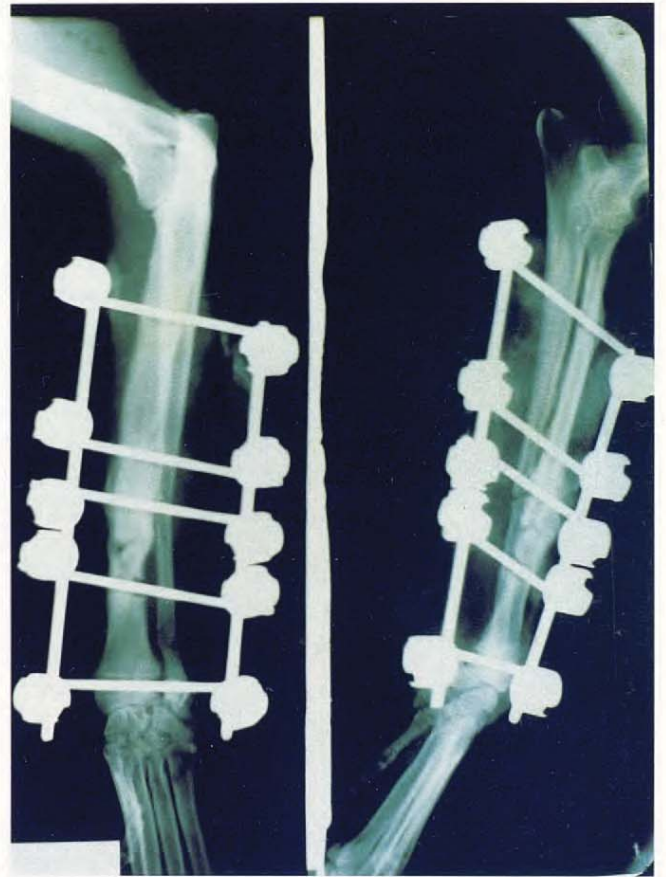
IV. Factores propios de la fractura

Según el nivel de la fractura

A. Tercio superior del antebrazo.

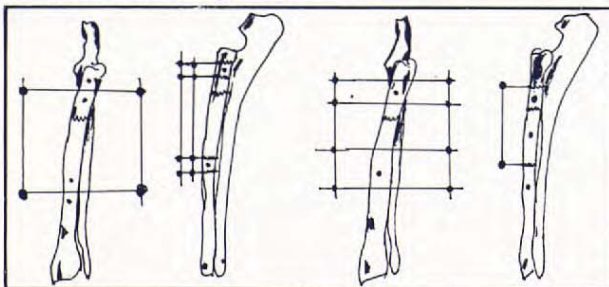
El cúbito es el hueso que soporta casi todas las fuerzas a este nivel. Como la fijación la efectua-

30



Figs. 10a y 10b. Animal por encima de los 30 kg.

mos en el radio usamos siempre la triangulación, montaje que aumenta por diez la rigidez (Figs. 7 y 8). Dicha triangulación la hacemos añadiendo una barra frontal en la cara craneolateral del radio y a un ángulo de aproximadamente $120^{\circ(20)}$ al ángulo de transfixión, adoptando cualquiera de las dos formas siguientes⁽¹²⁾:



Las agujas o tornillos que se aplican en la barra frontal deben ser con rosca final, deben interesar las dos corticales e insertarlos según la técnica que esto requiere.

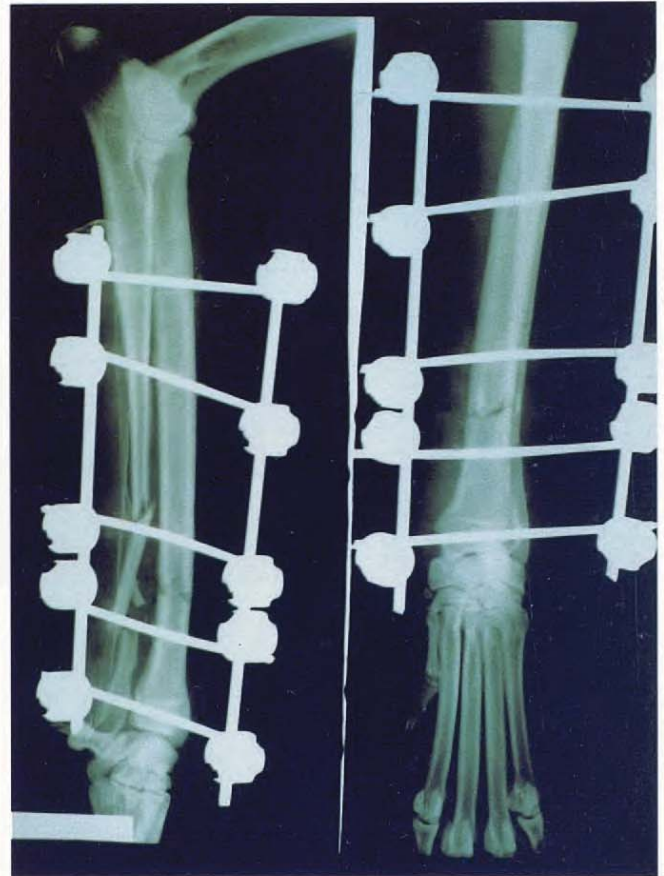
En estos casos de triangulación, siempre añadimos barras antitorsión.

B. Tercio medio del antebrazo.

En estos casos intentamos poner el máximo de agujas por fragmento. El diámetro de las agujas y barras variará en función del tamaño del animal. Nosotros utilizamos las agujas de 3 mm con barra de 4 mm a partir de los 25-30 Kg del animal, por debajo de dicho peso utilizamos agujas de 2 mm y variamos las barras entre 3 y 4 mm (Figs. 9 y 10).

En caso de que la fractura sea muy inestable (foco de fractura muy largo), y no haya lugar para

32



Figs. 11a y 11b. Fractura del tercio distal.

un suficiente número de agujas por fragmento utilizamos la triangulación.

C. Tercio distal de antebrazo (Figs. 11a y 11b).

En estas fracturas es más importante escoger bien el diámetro de las agujas que el número, ya que este último está limitado en el fragmento distal de la fractura.

Aconsejamos poner 4 agujas (mínimo 3) en el fragmento proximal y 2 agujas en el fragmento distal. Si en este último fragmento no existe el sitio suficiente para las 2 agujas, podemos aplicar una aguja en carpo y/o metacarpo, inmovilizando así la articulación radio-carpal el tiempo necesario para la formación del callo óseo, hecho que no lleva a una anquilosis de la articulación como se ha po-

dido describir^(9, 16) o bien efectuar una triangulación.

Según el tipo de fractura

A. Fracturas transversales simples (Fig. 12).

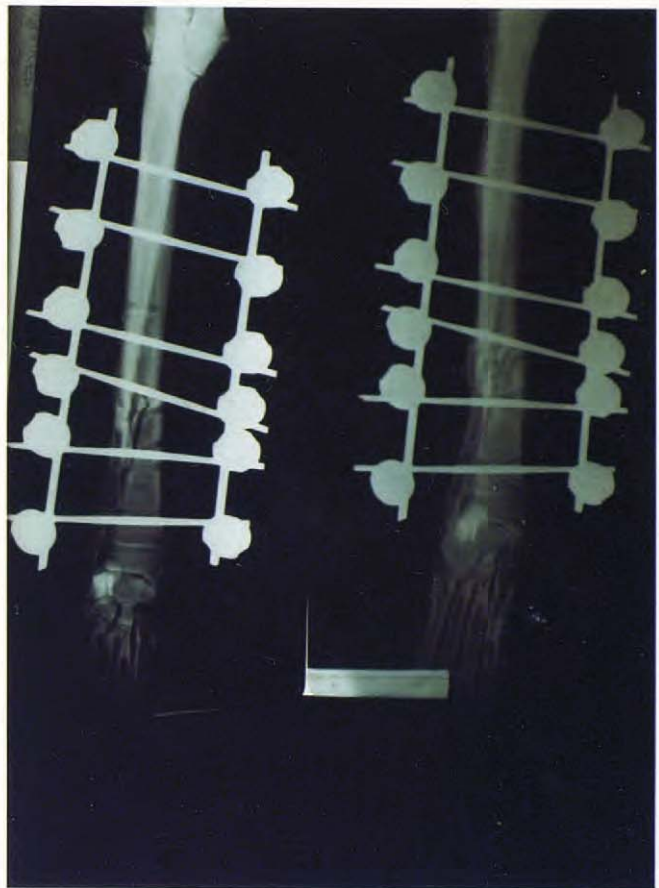
En estos casos procuramos efectuar una reducción cerrada tal como hemos descrito y hacer la fijación de la fractura según el nivel donde se halle.

B. Fracturas con esquirla (Fig. 13).

No intentamos hacer una reposición exacta de los elementos fracturarios secundarios, si se hubieran de fijar por su tamaño, se haría mediante agujas a los dos fragmentos óseos mayores, permitiendo así la formación de un callo hipertrófico⁽¹⁶⁾.



Figs. 12a y 12b. *Fractura transversa simple distal*



Hacemos la fijación según el nivel donde se halle.

C. Fracturas con varias esquirlas (Fig. 14).

Normalmente tienen un gran foco de fractura. Casi siempre se realiza reducción cerrada y triangulación a pesar del nivel donde se encuentre la fractura. El trabajo en un medio cerrado evita toda manipulación susceptible de llevar a una desvitalización de los elementos poco irrigados⁽¹⁶⁾.

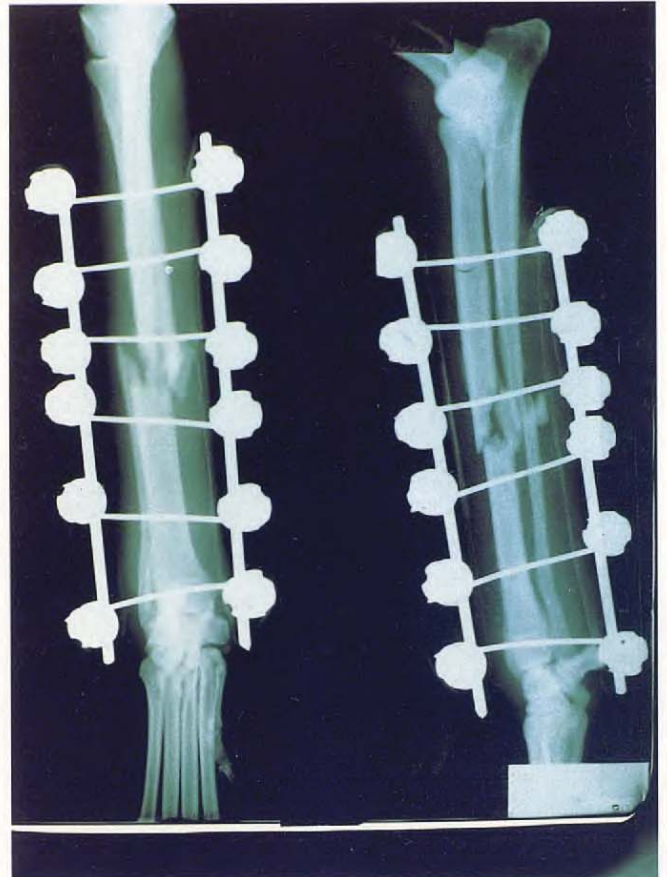
D. Fracturas espiroideas o con largo bisel.

Normalmente se dan en animales jóvenes. En estos animales, hay que tener en cuenta que a veces si sumamos las áreas que representan los cartílagos de crecimiento y el área que ocupa el bisel de la fractura, no existe el sitio suficiente para situar el número de agujas adecuado. En este tipo de fracturas utilizamos una reducción abierta, po-

nemos tornillos en compresión y asociamos la fijación externa en neutralización⁽¹¹⁾. Esta técnica tiene como ventajas que aumenta la estabilidad de la fractura en $\times 3,5$, sin embargo tiene como contrapartida que sólo el hecho de hacer una reducción abierta ya retrasa el tiempo de consolidación en 2-3 semanas. Aunque debido al tipo de osificación que se da en el cachorro y la gran estabilidad que ofrece el montaje, este aumento de tiempo no representa un problema. Por lo que escogemos siempre este montaje, incluso en adultos, ya que además una vez retirado el fijador queda muy poca cantidad de material en el sitio de la fractura (Fig. 15).

En animales jóvenes, debido a la calidad mecánica del hueso (lo que determina el tipo de frac-

34



Figs. 13a y 13b. Fractura media con esquirla. Reducción cerrada.

tura), y al tipo de osificación que tiene, las fracturas de radio tratadas por fijación externa pueden hacerse todas ellas por reducción cerrada. Un punto a considerar en animales jóvenes es el respeto que se debe tener a los cartílagos de crecimiento. Esto más que una imposibilidad sólo es un contratiempo. Las agujas no deben interesar jamás al cartílago de crecimiento, pero un cartílago de crecimiento si puede estar entre dos agujas⁽¹⁶⁾ (sin interferir al crecimiento en longitud del hueso) (Figs. 16 y 17).

CONCLUSION

Ya que las fracturas diafisarias de radio varían ampliamente en el tipo de inestabilidad adquiri-

da, condición de los tejidos blandos, actividad y tamaño del paciente, es obvio que una sola configuración no es la adecuada para todos los tipos de fracturas⁽¹⁴⁾.

Frente una fractura diafisaria de radio, los pasos que el cirujano debe seguir a nuestro entender son⁽²⁰⁾:

1. Determinar si la fijación externa es el mejor sistema para la reducción e inmovilización de la fractura.

2. Se clasifica el miembro fracturado en la categoría de longilíneo, mediolíneo o breviliíneo para conocer los ángulos de transfixión.

3. Por último, se escogerá el tipo de fijación que se va a utilizar que dependerá mayormente de:
— El tipo de fractura y el nivel de fractura.

36



Figs. 14a y 14b. Fractura con varias esquirlas. Reducción cerrada. Triangulación.

A nuestro entender casi la totalidad de las fracturas del antebrazo pueden ser tratadas mediante la fijación externa de una manera muy satisfactoria, ya que este sistema de fijación sigue los criterios de la fijación ideal de fracturas según Piermattei⁽²¹⁾:

1. Poco peso.
2. Fácilmente aplicable.
3. Capaz de mantener el alineamiento de la

fractura durante todo el período de cicatrización.

4. Es una técnica que no requiere una inmovilización de las articulaciones.
5. Causa un daño mínimo al aporte sanguíneo.
6. Bien tolerado y requiere pocos cuidados.
7. De fácil ablación o inerte a los tejidos.
8. Realmente económico.

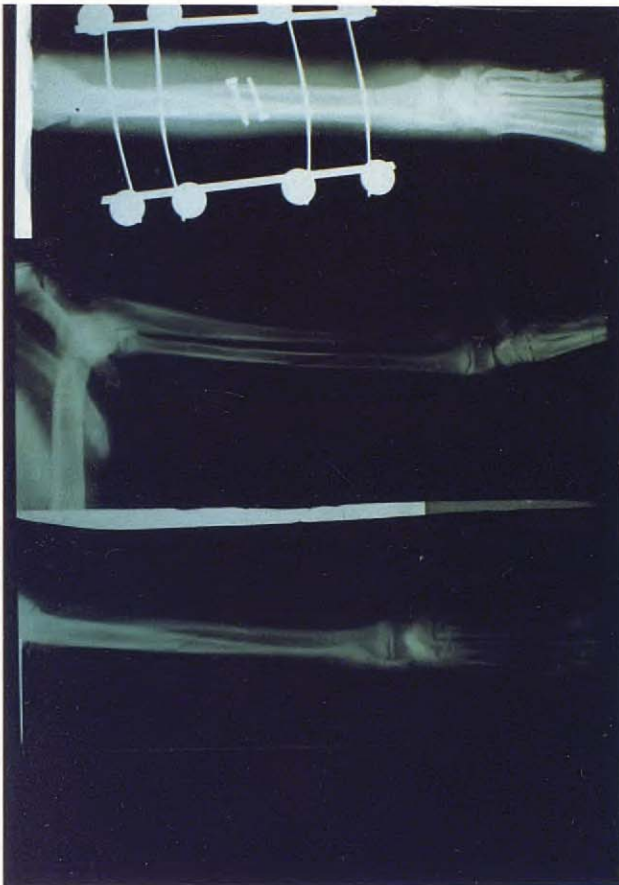


Fig. 15. Demostración de la técnica.

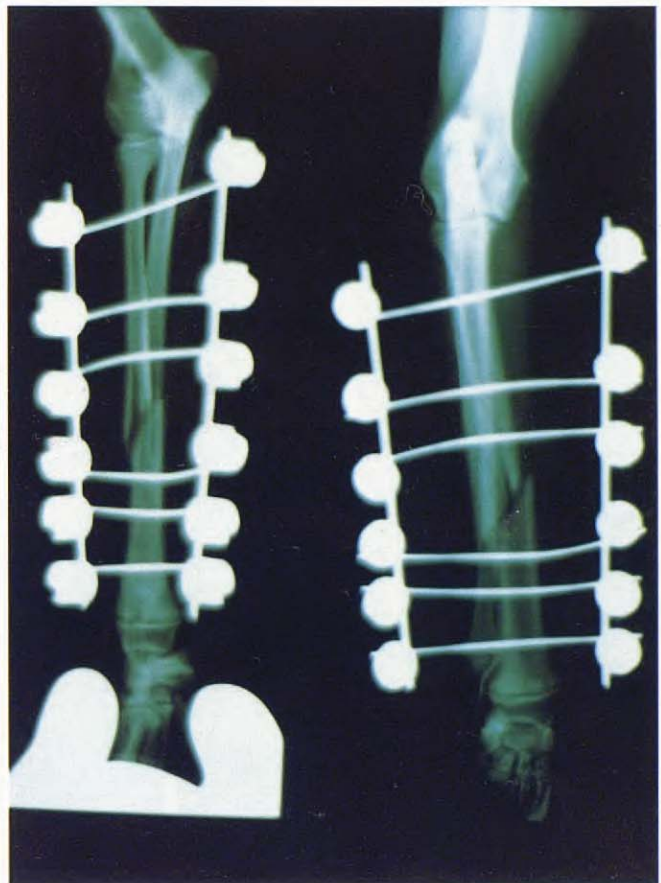


Fig. 16a. 16b. Perro joven mediano-pequeño. Reducción cerrada.

37

1. Aron, D., Toombs, J. Updated principles of external skeletal fixation. *Comp. Cont. Education*, 6, 9: September 1984.
2. Aron, D., Toombs, J., Hollinsworth, S. Primary treatment of severe fractures by external skeletal fixation: threaded pins compared with smooth pins. *J.A.A.H.A.* Sept/Oct 1986.
3. Boothe, H., Tangner, C. Clinical application of the Kirschner apparatus in long bone fractures. *J.A.A.H.A.* Sept/Oct 1983.
4. Bradley, R., Rouse, G. External skeletal fixation using through-and-through Kirschner-Ehmer splint. *J.A.A.H.A.* July/August 1980.
5. Brinker, W.O. Update of fundamentals on application of the external fixator. *Tijdschr. Diergeneeskd.* deel 111, afl. 23: 1986.

BIBLIOGRAFIA

6. Brinker, W.O., Verstraete, M., Soutas-Little, R. Stiffness studies on various configurations and types of external fixators. *J.A.A.H.A.* Nov/Dec 1985.
7. Brinker, W.O., Piermattei, D., Flo, G. *Handbook of small animal orthopedics and fracture treatment*, W.B. Saunders Company.
8. Chambers, J. External skeletal fixation for routine fracture management. *A.A.H.A. 51st Annual Meeting Proceedings*, 1984.
9. Goudichaud, J., Meynard, J.A., Pelse H. Fractures des os longs du chat traitées par fixateurs externes. *L'animal de Compagnie* 17(4): 313, 19982.
10. Gumbs, J., Brinker, W.O., DeCamp, C., Schaeffer, R., Kaneene, J.,

38



Fig. 16b.

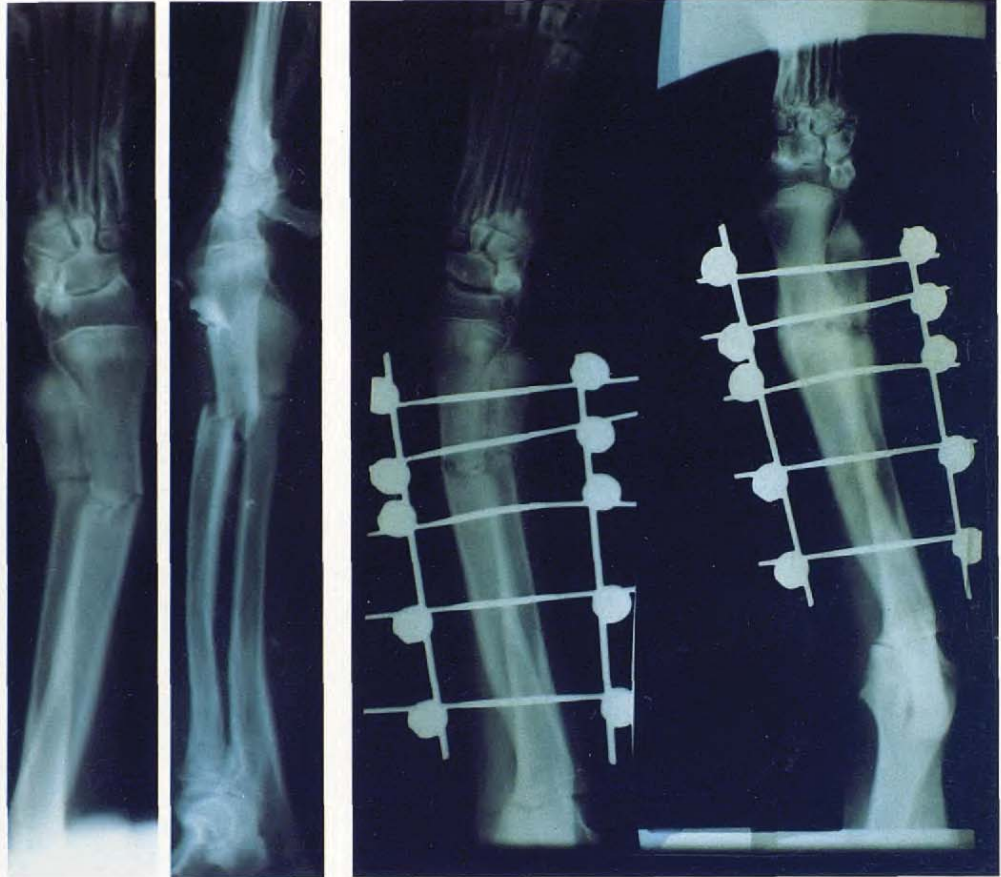


Fig. 17a, 17b. Perro joven gigante.

10. Soutas-Little, R. Comparison of acute and chronic pull-out resistance of pins used with the external fixator, J.A.A.H.A. March/April 1988.
11. Latte, Y. Traitement des fractures du jeune par fixation externe, C.E.S. de Chirurgie Osteo-articulaire et Orthopedie animal, E.N.V. Toulouse, Cours 1986-1987.
12. Latte Y. Fractures du radius-Cubitus, C.E.S. de Chirurgie osteo-articulaire et Orthopedie animal, E.N.V. Toulouse, Cours 1986-87.
13. Latte Y. Traitement des fractures diafisaires du radius-cubitus par la technique AO, L'Animal de Compagnie, 6: 643, 1977.
14. Leighton, R. External fixation in the treatment of fractures in the dog, A.A.H.A. 's 49th Annual Meeting Proceedings, 1982.
15. Matthews, L., Green, C., Goldstein, S., Arbor, A. The thermal effects of skeletal fixation-pin insertion in bone, The journal of bone and joint surgery, Vol 66-A, September 1984.
16. Meynard, J., Goudichaud, J., Pelse, H. Limites et echecs de l'utilisation des fixateurs externes dans le traitement des fractures chez le chien, L'Animal de Compagnie, 17(1): 83, 1982.
17. Newton, C., Nunamaker, D. Textbook of Small Animal Orthopaedics, External Skeletal Fixation, Biomechanics, Lippincott, 283, 1985.
18. Newton, C., Nunamaker, D. Textbook of Small Animal Orthopaedics, Fractures of the radius and ulna, Lippincott, 373, 1985.
19. Paul, H. External fixation, A.A.H.A. 's 49th Annual Meeting Proceedings, 375, 1982.
20. Putod, J.M. Etude anatomique des coupes transversales de l'avant-bras et de la jambe pour la utilisation des fixateurs externs, These Doctorale, E.N.V. Lyon, 1986.
21. Lappin, M., Aron, D., Herron, H., Malnati, G. Fractures of the Radius and Ulna in the dog. J.A.A.H.A. Sept/Oct 1983.