



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS
MAS COMUNES EN EL ESQUELETO
APENDICULAR EN PERROS Y GATOS.
FRACTURAS EN LA DIAFISIS DEL FEMUR
DE PERROS Y GATOS.**

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ALICIA GARCIA SUAREZ**

ASESOR: MVZ. ENRIQUE FLORES GASCA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

266585



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES - CUAUTITLAN



Departamento de Exámenes

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Tratamiento de las Fracturas más comunes en el Esqueleto
Apendicular en Perros y gatos.

Fracturas en la Diáfisis del Fémur de perros y gatos.

que presenta la pasante: Alicia García Suárez

con número de cuenta: 8929387-8 para obtener el Título de:

Médica Veterinaria Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 29 de Mayo de 19 98

MODULO:	PROFESOR:
<u>Uno</u>	<u>MVZ Joe Miceli Hernández</u>
<u>Dos</u>	<u>MVZ Enrique Flores Gasca</u>
<u>Uno</u>	<u>MVZ Carlos J. González L.</u>

FIRMA

A MIS PADRES
(ALICIA Y JOSÉ)

Porque además de darme la vida, también me han dedicado la mayor parte de la suya, porque se han sacrificado y esforzado tanto para darme todo lo que ustedes no tuvieron y porque en cada uno de sus actos me dan su cariño y confianza

Gracias porque siempre que los he necesitado, no he tenido que buscarlos ya que siempre han estado ahí dispuestos a ayudarme.

Porque sin todo lo maravilloso que ustedes representan para mí, nunca habría llegado a este momento, por lo tanto este logro es más suyo que mío.

En fin mil gracias por algo que parece tan fácil, pero que sólo ustedes y yo sabemos cuesta tanto: Ser mis padres....

Los amo.

A MI HERMANO
(GERARDO)

Porque siempre me has dado tu cariño y protección y aún ahora, apesar de la distancia se que puedo contar contigo, porque siempre estás al pendiente y dispuesto a brindarme tu ayuda y tu apoyo.

Gracias porque me impulsa a seguir adelante y sobre todo porque me das la oportunidad de quererte tanto.

A MI HERMANA
(ALEJANDRA)

Porque hay tanto que tu me has dado que en realidad con nada te lo puedo yo pagar. Gracias porque siempre has estado conmigo, porque me has permitido ser tu amiga y aveces confidente, porque me has brindado tu cariño, tiempo y consejos. ,

No se como describirte lo que únicamente puedo decirte que eres mucho que significas para mí y maravillosa.

Gracias porque se que los juegos y los sueños no han quedado atrás y que seguirán mientras estemos juntas.

A MI HERMANA
(ALMA)

Apesar de que la mayor parte del tiempo peleamos, se que siempre estás dispuesta al pendiente, dispuesta a ayudar y protegerme.

Gracias por que se que mis logros y momentos felices son aveces, calladamente también tuyos . Por tener siempre una palabra de aliento para quienes la hemos necesitado. Gracias por que me has tenido confianza y porque de alguna forma tu muy peculiar manera de ser me han ayudado a seguir adelante.

Realmente me eres muy difícil, pero así mismo lo eres de importante, eres; indispensable en mi vida.

A MI AMOR
(GABRIEL)

Te amo de aquí a la luna y más allá Te agradezco inmensamente tu cariño, tu ternura. y tu compañía en mis momentos de alegría y angustia, gracias por todas y cada una de tus sonrisas palabras de aliento, por tus pequeños regaños que me han ayudado a ser mejor persona.

Gracias por darme paz y felicidad. Porque yendo de tu mano el esfuerzo para llegar hasta aquí ha sido grande, pero no imposible.

Gracias porque nuestros sueños impulsan mi vida, y sobre todo mil gracias por existir y estar a mi alcance....

Te adoro.

A MIS TÍOS
(LOURDES Y ARTURO)

Por estar siempre cerca y darme su cariño y tiempo. Por su coraje y empuje para soportar las malas rachas y tener siempre una sonrisa. Por estar siempre en los mejores y peores momentos.

Gracias por creer en mí.

A MI ABUELITA
(AURORA)

Gracias porque siempre has confiado en mí y porque de una u otra forma te has preocupado por lo que pueda sucederme y porque siempre me has brindado tu cariño sin esperar recompensa. Por todo esto te quiero y te doy las gracias.

A MIS AMIGOS
(JAVIER, MIGUEL, VERO, RULIS,
ANGEL Y MARISOL)

Porque gracias a ustedes reafirme el significado de la amistad.

Gracias por todos los momentos en que pude conocerlos y llegar a quererlos tantos, por todos los juegos, sonrisas y tristezas compartidas, porque se que no importa que el tiempo pase rápidamente nuestros lazos son tan fuertes que siempre estaremos juntos.

(ALE Y OSCAR)

Porque son ejemplo palpable de que la amistad no se planea, ni se logra sólo a base de mucho tiempo de conocerse.

Gracias por su cariño, ayuda, alegría y buenos deseos.

Gracias también por dejarme corresponderles de igual forma.

A LOS MVZ
(JAIME ALMAZÁN, VIRGILIO
VELASCO Y ALEJANDRO
VÁZQUEZ).

Porque cada uno de diferentes
maneras y en la medida de sus
posibilidades, me han brindado parte
de sus experiencias y conocimiento.

Porque más allá de contribuir a mi
formación profesional me han
ayudado a crecer como ser humano.

Muchas gracias a cada uno de ustedes
por brindarme esto y lo más
importante su amistad.

AL MVZ JOE MICELI , MVZ
ENRIQUE FLORES MVZ CARLOS
J. GONZÁLEZ E ING. VÍCTOR M.
CARREÑO.

Por haber dedicado mucho de su
valioso tiempo a la elaboración y
revisión de este trabajo.

Finalmente no puedo dejar de recordar y agradecer a todos mis perros y gatos, que han sido también mis seres queridos, principalmente a Niebla, Dumpy, Coqueta, Oddy, Duende, Bell y Maggie. Porque gracias a ellos decidí el camino a tomar y no me arrepiento, ha sido maravilloso. Gracias a todos aquellos animalitos que aveces a costa de su sufrimiento o su vida me han dado conocimiento.

INDICE

Indice	1
Figuras.....	5
RESUMEN.....	Resumen-1
INTRODUCCION.....	Introduccion-1
 CAPITULO I _____	
ANATOMIA DEL FEMUR	1-1
1.1 ANATOMIA DEL FEMUR PROXIMAL	1-2
1.2 ANATOMIA DE LA DIAFISIS FEMORAL	1-3
1.3. ANATOMIA DEL FEMUR DISTAL.....	1-4
 CAPITULO II _____	
BIOMECANICA DE LAS FRACTURAS	2-1

CAPITULO III

FRACTURAS3-1

3.1. DEFINICION3-1

3.2. CLASIFICACION DE FRACTURAS.....3-1

3.3. FRACTURAS DIAFISIARIAS DEL FEMUR.....3-3

3.4. ETIOLOGIA3-4

3.4.1. PREDISONENTES.....3-4

3.4.1. EFICIENTES Y DETERMINANTES3-5

CAPITULO IV

REPARACION OSEA.....4-1

4.1. COAGULO4-1

4.2. INFLAMACION4-2

4.3. FORMACION DEL CALLO OSEO.....4-3

4.4. CONSOLIDACION DE LA FRACTURA.....4-6

4.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REPARACION.....4-7

CAPITULO V

IMPLANTES ORTOPEDICOS.....5-1

5.1. CLAVO INTRAMEDULAR5-1

5.1.1. Clavo de Steinmann.....5-2

5.1.2 CLAVO DE KÜNTSCHER.....5-3

5.1.3 CLAVO DE RUSH.....5-4

5.2 ALAMBRE ORTOPEDICO5-4

5.2.1 CERCLAJE.....5-5

5.2.2 HEMICERCLAJE.....5-5

5.3. PLACA ORTOPEDICA.....5-6

5.4. COMPRESIÓN INTERFRAGMENTARIA.....5-7

5. 5. FIJACIÓN ESQUELÉTICA EXTERNA.....	5-8
5. 5. 1. CONFIGURACIONES.....	5-10

CAPITULO VI

DIAGNÓSTICO.....	6-1
6. 1. SIGNOS.....	6-1
6. 2. EXAMEN FISICO ORTOPÉDICO.....	6-5
REVISION ORTOPÉDICA DEL PACIENTE.....	6-6
RANGO DE MOVIMIENTO.....	6-8
6. 3. EXAMEN RADIOLÓGICO.....	6-10

CAPITULO VII

TRATAMIENTO.....	7-1
7. 1. CONSIDERACIONES PREQUIRÚRGICAS.....	7-1
7. 2. ABORDAJE AL CUERPO DEL HUESO FEMORAL.....	7-2
7. 3. MÉTODOS DE FIJACIÓN.....	7-6
7. 3. 1. FRACTURAS TRANSVERSALES.....	7-6
PLACAS PARA OSTEOSÍNTESIS.....	7-14
PLACA DE COMPRESIÓN DINÁMICA.....	7-14
7. 3. 2. FRACTURAS OBLICUAS Y EN ESPIRAL.....	7-16
7. 3. 3. FRACTURAS CONMINUTAS.....	7-18
7. 4. INJERTO ÓSEO.....	7-20
7.5. COMPLICACIONES EN LA REPARACIÓN DE LA FRACTURA.....	7-21
APÉNDICE.....	Apéndice-1
OSTEOGÉNESIS.....	Apéndice-1
ORIGEN EMBRIONARIO.....	Apéndice-2
COMPONENTES CARTILAGINOSOS.....	Apéndice-2
A) COMPONENTE CELULAR.....	Apéndice-2

B) FIBRAS: Colágena o elastina.....	Apéndice-4
C) SUSTANCIA AMORFA: Agua, proteínas, sales y mucopolisacáridos (*).	Apéndice-4
COMPONENTES ÓSEOS	Apéndice-4
A) COMPONENTES CELULARES.....	Apéndice-5
C) SUSTANCIA AMORFA	Apéndice-6
FORMACION DEL HUESO DIAFISIARIO	Apéndice-7
PLACA DE CRECIMIENTO	Apéndice-9
TIPOS DE OSIFICACIÓN	Apéndice-11
EXAMEN NEUROLÓGICO	Apéndice-11
BIBLIOGRAFÍA.....	Bibliografía-1

FIGURAS

Figura 1	1-2
Figura 2. Placas ortopédicas (19)	5-6
Figura 3. Aproximación al hueso femoral (3)	7-5
Figura 4.	7-15
Figura 5.	7-19

RESUMEN

En el presente trabajo se describen las fracturas que se presentan en el fémur, siendo las diafisiarias las más comunes, también se señalan las principales causas de los distintos tipos de fracturas que tienen que ver con las fuerzas de estrés a las que está expuesto el hueso.

De acuerdo a lo anterior se describen métodos quirúrgicos de corrección de fracturas como son la aplicación de clavo intramedular, cerclajes, hemicerclajes, tornillos de compresión interfragmentaria, placa ortopédica o bien el uso de fijadores esqueléticos externos. De dichas alternativas, el cirujano elegirá el que más convenga según el tipo de fractura de que se trate, y dependiendo también del temperamento y edad del paciente.

INTRODUCCION

El término ORTOPEDIA (Órthos, recto y Paidos, niño) apareció por primera vez en 1741 en el título de un libro publicado por Nicolás Andry (20).

La ortopedia es el estudio para la prevención y corrección de las lesiones, enfermedades y deformidades de los huesos, articulaciones, músculos, tendones, ligamentos y nervios desarrollados con ellos (20).

De aquí que el objetivo como ortopedista sea el de proveer mediante procedimientos quirúrgicos la fijación y estabilidad de las fracturas óseas y articulaciones, para la reparación de las mismas, buscando restablecer la anatomía y funcionalidad del sistema locomotor.

El fémur es el hueso largo del cuerpo que más se fractura (4). La incidencia de las fracturas del fémur en la clínica va de un 20 a un 25% (7,21). Así mismo, son comunes los problemas de pseudoartrosis y osteomielitis (1,25). La mayoría de las fracturas del fémur no pueden ser tratadas mediante reducción cerrada. Las fracturas de la diáfisis femoral muy frecuentemente están sometidas a fuerzas de torsión. Esto es

* Seminario. Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Enrique Flores Gasca. Febrero-abril 1998.

importante cuando se está considerando la forma de manipular los fragmentos y cuales fuerzas deben ser neutralizadas para lograr la estabilidad.

Es necesario el conocimiento de la forma anatómica normal del fémur, así como los abordajes quirúrgicos a este hueso. La consideración de la asepsia, de una técnica atraumática, del drenaje adecuado de la herida, así como la preservación del aporte sanguíneo hacia los fragmentos de la fractura, son factores críticos en el éxito del tratamiento quirúrgico (4).

De importancia también, es el saber interpretar los procesos de reparación para poder ayudar a que se lleve a cabo, teniendo como procesos importantes: formación de coágulo, inflamación, formación de callo óseo y consolidación de la fractura (8,20).

Tanto el patrón de las fracturas así como sus causas, son muy variadas y están relacionadas con las diferentes fuerzas de estrés a las que está sometido el hueso. De esto dependerá el método de corrección a elegir, de los cuales podemos seleccionar uno, o complementarlo con otro implante, ya sea clavo intramedular, cerclaje, hemicerclaje, placa de ortopédica, tornillo de compresión interfragmentaria o fijadores esqueléticos externos; teniendo de este último implante distintas configuraciones que más adelante se describirán.

El fémur o hueso del muslo, es el más grande del cuerpo. El ángulo de flexión de la articulación de la cadera es de unos 110° y el de la articulación patelar de 130 a 135° (11).

El fémur es un hueso largo típico con un cuerpo cilíndrico y dos extremidades anchas, de las cuales, la proximal presenta una cabeza lisa, salvo en el ámbito de, una pequeña fosa, que es la fovea capitular, también presenta un cuello, un trocanter mayor, un trocanter menor y un tercer trocanter. El cuerpo del fémur ligeramente convexo hacia adelante presenta una cara craneal lisa y redondeada, y otra caudal rugosa. En el extremo distal del fémur destacan varias superficies articulares; la tróclea, y los cóndilos. También se localizan: la superficie popítea, tuberosidad supracondílea lateral y medial, y los epicóndilos lateral y medial (11).

1.1 ANATOMIA DEL FEMUR PROXIMAL

El fémur proximal incluye cabeza, cuello, trocanteres y sus uniones a la diáfisis femoral. El ligamento de la cabeza del fémur conecta la fovea capitular de la cabeza femoral con la fosa acetabular. La epífisis de la cabeza femoral está separada del cuello femoral por la fisura principal. La cápsula de la articulación de la cadera se inserta cerca del punto medio del cuello femoral. El aporte sanguíneo primario a la epífisis de la cabeza femoral es a través de cuatro vasos que corren longitudinalmente en los pliegues de la cápsula articular.

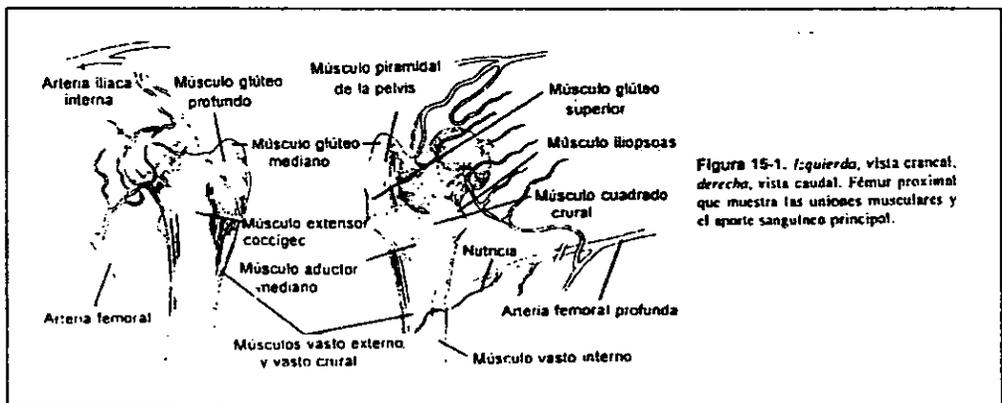


Figura 1

El trocánter mayor es el punto de unión de los músculos glúteo profundo y medio del piriforme. La fosa trocantérica es el punto de inserción de los músculos obturador interno, externo, gemelos y cuadrado femoral. El trocánter menor es el sitio de inserción del músculo iliopsoas sobre la cara medial del fémur proximal (3).

El tercer trocánter, poco desarrollado, se encuentra en la base del trocánter mayor como una pequeña área rugosa que presta inserción al

músculo glúteo superficial. Los trocanteres tercero y menor están localizados en el mismo plano transversal. Los músculos vastos de cuádriceps crural se insertan en la porción proximal y lisa del fémur (11). El nervio isquiático corre caudal a la articulación de la cadera, sobre los músculos gemelos, obturador interno y cuadrado femoral (3,11). Está cubierto por los músculos bíceps femoral y glúteo superficial. La arteria, el nervio y la vena femorales son muy superficiales en el triángulo femoral sobre la cara medial del fémur proximal. La arteria nutricia para el fémur, entra caudalmente, distal al trocanter mayor, como una rama de la arteria femoral circunfleja femoral externa (3).

1.2 ANATOMIA DE LA DIAFISIS FEMORAL

La diáfisis del fémur tiene uniones musculares sobre sus caras caudal y medial (3). Proximal y medialmente, los músculos aductores están fijos a la mayor parte de la longitud del fémur (11). La diáfisis femoral está encerrada en la envoltura de los músculos vasto externo, vasto intermedio o músculo crural, vasto interno (3,11), recto anterior, semimembranoso, semitendinoso y pectíneos (3). Sobre la cara lateral, esta masa muscular está rodeada por un compartimiento aponeurótico formado por la vaina del tensor de la fascia lata y el bíceps femoral. Medialmente, el músculo sartorio caudal continúa esta banda aponeurótica. La arteria femoral, la vena femoral y el nervio safeno pasan medialmente, a lo largo del cuerpo dentro de este compartimiento. El nervio isquiático es lateral al músculo semimembranoso y caudal al músculo vasto lateral (3).

1.3. ANATOMIA DEL FEMUR DISTAL

En el extremo distal del fémur destacan varias superficies articulares, como lo es la tróclea que se continúa con los cóndilos, los cuales se articulan, directamente y a través de los meniscos con la tibia. Los cóndilos, medial y lateral se hallan separados por la fosa intercondilea, que es una cavidad ancha y profunda. El par de sesamoideos localizados en los dos tendones de origen del músculo gastrocnemio (gemelo) forman las caras lateral y medial orientadas en dirección caudal y dorsal con relación a los cóndilos respectivos. La superficie poplítea es una gran área triangular plana en la superficie caudal de la extremidad distal cercana a los cóndilos y a la escotadura intercondilea. Por encima de esta superficie se encuentra la tuberosidad supracondílea interna y la externa, en las cuales nace el músculo gastrocnemio, mientras que el flexor superficial de los dedos tiene su origen tan sólo en la tuberosidad externa. Los epicóndilos lateral y medial se localizan a cada lado y encima de los cóndilos. Del epicóndilo lateral nace el músculo poplíteo. El semimembranoso se inserta inmediatamente por encima del epicóndilo interno (11). La aponeurosis del músculo bíceps femoral lateralmente y el músculo sartorio medialmente se mezclan con la cápsula fibrosa articular sobre el fémur distal (3).

El nervio, vena y arteria safenas cruzan la cara interna del semimembranoso y continúan su trayecto en dirección distal entre los bordes convergentes de la porción posterior del sartorio y el recto interno. La arteria safena nace de la femoral cerca de la rodilla y riega la

piel del lado interno de la rodilla terminando en una rama anterior y una posterior. La porción cutánea del nervio safeno inerva la piel del lado interno del muslo, rodilla, pierna, tarso y pie (11).

Todo hueso normal se opone a ser roto por su elasticidad y tenacidad; lo cual depende de la proporción del tejido osteoide y de las sales de cal. En los animales jóvenes, los huesos son pobres en cal y ricos en agua y tejido osteoide, de aquí su gran elasticidad; sucediendo lo contrario en los viejos (14).

Los huesos largos están sujetos a fuerzas fisiológicas y no fisiológicas. Las fuerzas no fisiológicas ocurren en situaciones inusuales tales como accidentes automovilísticos, balas o caídas. Estas pueden ser transmitidas al hueso directamente y pueden fácilmente exceder la fuerza fundamental del hueso originando una fractura (17).

Las fuerzas fisiológicas son generadas por soportar peso, contracciones musculares y asociadas a actividad física. Las fuerzas fisiológicas son uniaxiales (tensión o compresión) y pueden provocar flexión o torsión. Las fuerzas fisiológicas no exceden comúnmente la fuerza del hueso y no son responsables de las fracturas, excepto en casos inusuales. La suma de las fuerzas fisiológicas es transmitida a los huesos largos vía superficies articulares y causan compresión axial o flexión. Las principales fuerzas fisiológicas son: 1.Compresión, 2.Tensión, 3.Doblez y 4. Torsión (17).

Mediante la acción de las fuerzas exteriores la forma del hueso varía según su elasticidad, lo que motiva en su interior desplazamientos moleculares en el sentido que obran las fuerzas. De aquí que un hueso se fracture cuando los desplazamientos moleculares exceden los límites de su elasticidad. La resistencia ósea se pone a prueba, en virtud de diferentes formas de actuar los traumatismos, las que podemos reducir en las siguientes (14):

1. Compresión: la compresión no debería originar fracturas, dado que las moléculas se aproximan, pero la produce por acciones secundarias de flexión. La compresión sobre un hueso corto esponjoso produce el aplastamiento o reunión de sus mallas; pero si aquel es cilíndrico y largo, y la causa actúa según el eje mayor del hueso, se necesita una extraordinaria presión para ocasionar una solución de continuidad, pues al acortarse en longitud se ensancha en forma de uso, este ensanchamiento origina fuerzas de tensión circulares, que en los huesos cilíndricos serían las líneas de fracturas longitudinales. Si se combinan con fracturas por flexión dan lugar a varios fragmentos. Esto mismo sucede cuando, el cilindro diafisiario, compacto, se introduce en el tejido esponjoso de la epífisis y esta se fractura (14).

2. Tensión o tracción: se caracteriza por el arrancamiento de eminencias óseas, o de las inserciones de tendones o ligamentos (14); en el primer caso se debe a la fuerza de contracción activa de los músculos (14,17), es la única fuerza fisiológica de importancia en ciertos tipos de fracturas, ej. fracturas del gran trocanter, del olécranon y de la tuberosidad tibial (17), etc., y en el segundo caso, se debe a una tensión máxima alcanzada por un movimiento excesivo (14).

La línea de fractura debe ser perpendicular a la dirección de la tracción (14).

3. Doblez o Flexión: ocurre cuando un significativo componente de la fuerza articular es transmitida en forma excéntrica en la columna del hueso, o puede ocurrir también debido a la natural curvatura del hueso (17). Las fracturas por flexión se deben a la acción de dos fuerzas opuestas que actúan en los extremos del hueso largo, o por la acción combinada de tres fuerzas. Las fuerzas intentan aumentar la curva, que pequeña o grande, tienen los huesos largos cilindroides. De esto resulta que la zona ósea situada en el lado cóncavo es presionada, mientras que la zona del lado convexo es traccionada y al agotarse la elasticidad ósea, como la resistencia a la presión es mayor que la resistencia a la tracción, se produce una fractura en la convexidad, de línea perpendicular a la dirección de las fuerzas; al igual que se rompe un palo flexible al doblarlo al máximo contra la rodilla. Y si la resistencia ósea es vencida, la rotura de la zona convexa llega hasta la zona cóncava y entonces el hueso se rompe por completo, pudiéndose desprender un trozo triangular si los extremos del hueso están fijos y la fuerza actúa en el punto de más concavidad (14,17).

4. Torsión: la resistencia a la torsión es la más débil; la fractura sigue una línea espiralada, pues el hueso fijo por un extremo, es obligado por el otro a realizar el movimiento de rotación alrededor de un eje longitudinal. Las líneas de tensión siguen una oblicuidad de 45° , suficiente para producir la fractura. Sin embargo, en la práctica este mecanismo se combina con la presión y la flexión (14).

La torsión surge de hacer girar el cuerpo cuando el pie está apoyado o plantado firmemente en el suelo (17).

El cirujano debe tener en mente durante la reducción, que la forma más fácil de lograr la coaptación es aplicando la misma fuerza que provocó la fractura, en la misma dirección pero en sentido inverso*.

Una fractura transversa supone fuerzas de doblez, rotación (17,25), compresión (17). Las fracturas oblicuas; fuerzas de flexión, rotación (17, 25) y compresión (17), y las fracturas conminutas; fuerzas de compresión, rotacionales y de doblez (2).

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Gabriel Y. Ramírez Flores. Febrero-abril 1998.

3.1. DEFINICION

Por fractura se conoce a la solución de continuidad de un hueso originada, en general, de manera intensa y rápida (14).

3.2. CLASIFICACION DE FRACTURAS

Las fracturas de huesos largos se clasifican de acuerdo a:

1. SITUACION ANATOMICA

- Articulares
 - lineales
 - impactadas
 - conminutas
 - con pérdida ósea

- Extraarticulares
 - metafisiarias
 - diafisiarias
 - tercio proximal
 - tercio medio
 - tercio distal (*)

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Isidro Castro Mendoza. Febrero-abril 1998.

2. LINEA DE FRACTURA

- transversa
- oblicua
- longitudinal
- espiral
- en T o en Y
- conminuta (*, 10, 14).

3. GRADO O EXTENSION DEL DAÑO OSEO

- completa
- incompleta
- cerrada
- expuesta (10, 14)

4. DESPLAZAMIENTO DE FRAGMENTOS

- sin desplazamiento
- cabalgantes
- con distracción
- Impactadas (*, 14).

5. ESTABILIDAD DE LA FRACTURA

- Una fractura estable es aquella en la que los fragmentos encajan y que resisten a las fuerzas de acortamiento. Muchas de las fracturas transversas se encuentran dentro de esta categoría (10).
- Una fractura inestable es la fractura oblicua o la conminuta; aquí los fragmentos no encajan, ni aún después de la reducción y no hay resistencia al acortamiento (10).

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Isidro Castro Mendoza. Febrero-abril 1998.

3. 3. FRACTURAS DIAFISIARIAS DEL FEMUR

Las fracturas diafisiarias constituyen el mayor porcentaje de las fracturas femorales (25).

Este tipo de fracturas es el resultado de un trauma directo y muy enérgico (7,21,26).

La forma tubular y la estructura cortical de la diáfisis proporciona la resistencia necesaria para absorber y transferir las enormes fuerzas del apoyo del peso y de la contracción muscular. La elevada energía absorbida por el hueso, necesaria para crear una fractura, a menudo produce fracturas explosivas del tipo conminuta. Las fracturas diafisiarias se caracterizan por la complejidad de la conminución y por la dificultad de la reparación. La extensa lesión del tejido blando y la pérdida del riego sanguíneo periostico y medular predisponen a esta zona cortical a problemas asociados a una revascularización inadecuada: pseudoartrosis y osteomielitis (25).

El patrón de la fractura es variado, se encuentran fracturas transversales, oblicuas, en espiral y conminuta (7, 21, 25), y ocasionalmente en rama verde en pacientes jóvenes (7,21). Las fracturas compuestas (abiertas) son raras a causa de la fuerte musculatura circundante (25). El tipo de fractura es importante para considerar las fuerzas que se tienen que neutralizar mediante el mecanismo de fijación interna; una fractura transversa supone fuerzas rotacionales y de incurvación; las fracturas oblicuas; fuerzas de cizallamiento, de curvatura y rotacionales, y las fracturas conminutas, fuerzas de compresión, rotacionales y de curvatura (25).

Algunas de las fracturas más estables pueden ser tratadas con métodos cerrados, pero la mayoría de las veces la fijación interna es la indicada. Las fracturas del fémur en el perro y en el gato son con intensa desviación lateral (21).

3. 4. ETIOLOGIA

Las fracturas en el fémur se producen, en general, por motivos de caídas y resbalones. Las fracturas idiopáticas consecutivas a tumores óseos (osteosarcoma), son relativamente raras. También las fracturas del perro y del gato son debidas a accidentes de circulación, de caza, a bastonazos y en ocasiones también a mordeduras. También son frecuentes debido a la osteogénesis imperfecta (6).

En cachorros y gatos jóvenes por hiperparatiroidismo nutricional secundario (16).

Todas las causas de las fracturas las reunimos en dos grupos: predisponentes y eficientes (14).

3. 4. 1. PREDISPONENTES

Actúan sobre todo el organismo o solamente en un hueso, y de aquí su división en predisponentes generales y locales (14).

- Predisponentes Generales: osteísmo, caquexia ósea, estados hipotróficos de los huesos, edad avanzada, parálisis general, fatiga muscular general, alimentación insuficiente (falta de calcio, fósforo-silicio, vitaminas D y C), etc. (14).

- Predisponentes locales: osteomielitis, quistes hidatídicos, osteosarcoma, el actinomicoma, la atrofia ósea y la osteitis rarefaciente (14), coccidiomicosis y blastomicosis (*).

3. 4. 1. EFICIENTES Y DETERMINANTES

Estas son los traumatismos exteriores (14).

- Traumatismos: golpes, caídas sobre obstáculos, choques contra vehículos, heridas por proyectiles, mordeduras de animales, pedradas, pisotones, presiones por cuerpos pesados (14).

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Isidro Castro Mendoza. Febrero-abril 1998.

Siendo el hueso un tejido secundario, es el único tejido que tiene reparación sin dejar cicatriz, por lo que el término cicatrización ósea debe ser reemplazado por el de reparación ósea (22).

Es importante saber interpretar los procesos de reparación, para poder ayudar a que se lleve a cabo (8,14). Básicamente son tres tipos de células las que intervienen en la reparación de un hueso fracturado, siendo éstas: osteoblastos, osteocitos y osteoclastos (8,20).

Durante la reparación de una fractura se presentan los siguientes eventos: Coágulo, inflamación, formación de callo óseo y consolidación de la fractura (8,20).

4.1. COAGULO

Al fracturarse un hueso, los vasos sanguíneos que corren a través de los canalículos de Havers se rompen en el sitio de fractura, produciéndose inmediatamente una hemorragia local, la cual se extiende hacia el periostio, canal medular y tejidos blandos adyacentes formando un hematoma y posteriormente un coágulo el cual está determinado por la naturaleza y extensión del traumatismo que produjo la fractura, así como el daño a los tejidos blandos adyacentes (8,20). El hematoma juega

un pequeño papel mecánico en la inmovilización de la fractura, pero sobre todo, sirve como base fibrosa en la cual las células actúan reparando anatómicamente al hueso para posteriormente permitir su función(20).

4. 2. INFLAMACION

Después los osteocitos cercanos a la línea de fractura, pierden su irrigación sanguínea y por lo tanto mueren (20); se produce un proceso de inflamación aséptica con el consiguiente aumento de hidrogeniones (acidosis); esta acidez tiene por efecto la liberación de materia orgánica acumulada. A medida que transcurre el tiempo, va siendo neutralizada por los tampones que llegan al foco de fractura; de ahí que el fenómeno es tanto más rápido cuanto más íntegra y activa sea la circulación arterial en el foco de fractura. La sangre arterial lleva también albúminas, que actúan como tampones, así como bicarbonatos alcalinos que liberan el ácido carbónico y con ellos se produce un aumento de la tensión de CO₂, estado de acidez, junto con la hiperemia común en estos casos y que se exagera por la liberación de sustancias histaminoides, efectos producidos por el dolor, liberación de potasio (14). Empiezan allegar también células inflamatorias tales como leucocitos, macrófagos y polimorfos nucleares (20).

4.3. FORMACION DEL CALLO OSEO

Los huesos largos tienen dos maneras de repararse después de haberse fracturado (8,20,22); una es la llamada reparación por primera intención o reparación Haversiana directa, esta es difícil de lograr ya que siempre va a existir un mínimo de movimiento en la línea de fractura. Se ha visto que con el uso de placas de compresión dinámica e incluso con clavos intramedulares de Steinmann, se obtiene la formación de callo directo, que indica que los bordes de la fractura han sido tan perfectamente unidos que la reparación podrá realizarse a partir de los osteones existentes formándose hueso primario por aposición directa y eliminándose así la fase de callo cartilaginoso, pero se ha visto que la necrosis que ocurre en los bordes del hueso fracturado hace imposible una reparación ósea de primera intención. Lo que pasa es que el periostio y el endostio de los extremos se enrollan y crecen el uno hacia el otro formando un puente. El callo se formará a partir de las células osteogénicas de las mismas que van llenando los espacios entre el hueso fracturado (8,20,22).

Otra forma de reparación de los huesos largos es la reparación por segunda intención y se realiza a través de la formación de un callo óseo perióstico, endóstico e intercortical. Como ya se ha indicado, después de la fractura se produce una respuesta inflamatoria con la consecuente edematización en los tejidos blandos y el hueso, en el que tiempo después hay una proliferación y movilización de los fibroblastos en la capa externa del periostio, esto mismo sucede en el tejido del rededor. En este mismo momento las células osteogénicas del cambio perióstico

comienzan a migrar y a proliferar, conforme esto sucede en el perióstio, una proliferación y migración celular parecida ocurre en la superficie ósea de la cavidad medular. A veces se forma un callo óseo intercortical, pero sólo cuando el espacio entre ambos fragmentos es mínimo (8,20,22).

Conforme las células osteogénicas proliferantes se van alejando de su aporte de oxígeno, se van a diferenciar en condroblastos antes que en osteoblastos que a su vez empiezan a formar cartílago, por esta razón el callo perióstico se forma de tres capas fusionadas: la porción más cercana a la superficie del hueso, una zona intermedia compuesta por cartílago y la más externa constituida por células osteogénicas proliferantes cubiertas por la capa fibrosa del perióstio. Conforme el callo fibrocartilaginoso atraviesa la línea de fractura después de la fijación, los bordes del cartílago van siendo remplazados por hueso nuevo conforme el aporte de oxígeno se restablece. A la vez que ocurre todo esto en el periostio, lo mismo ocurre en el endostio, en el cual el tejido fibroso se ha calcificado rápidamente ocupando la cavidad medular en el sitio de fractura, raras veces se forma cartílago ya que existe un aporte sanguíneo razonablemente bueno para esta región, lo cual permite que se forme directamente hueso a partir de tejido fibroso y sin pasar por etapa cartilaginosa. El hueso formado es esponjoso y con trabéculas, pero a medida que los fagocitos eliminan los detritos del sitio de fractura, el hueso muerto a este nivel se reabsorbe y se forman nuevas trabéculas del callo interno y externo, así el hueso esponjoso se convierte en hueso compacto (8,20).

Resumiendo los eventos que suceden durante la formación del callo óseo se dividen en 6 puntos (20):

1. Formación de un coágulo a partir de un hematoma alrededor de los extremos del hueso fracturado y en los tejidos circundantes.
2. Invasión del coágulo por fibroblastos y capilares con transformación gradual en una masa de tejido conectivo inmaduro. Esto se inicia 48 hrs. después de recibir el daño.
3. Diferenciación celular de osteoblastos con formación de osteoide y proliferación de condroblastos y cantidad variable de matriz condroide. Este es el estado de formación del callo.
4. Reemplazo de hueso desvitalizado de los extremos de los fragmentos del hueso fracturado. Los extremos óseos desvitalizados son reabsorbidos y sustituidos por hueso nuevo.
5. Transformación del callo y tejido osteoide en hueso trabecular calcificado (20).
6. Consolidación y remodelación del hueso nuevo formado junto con un decremento en el tamaño de la masa ósea. El retorno completo a la normalidad requiere de cerca de un año en el paciente (20).

Frecuentemente las fracturas se complican por la presencia de esquirlas; si estas son cuidadosamente reposicionadas bajo compresión, se incorporan al callo y ayudan promoviendo la reparación. La circulación puede ser dañada por remoción excesiva de periostio; por eso, ningún fragmento perdido será separado de su adhesión a los tejidos blandos (20).

4. 4. CONSOLIDACION DE LA FRACTURA

A medida que transcurre el tiempo, el callo primario o temporal es gradualmente sustituido por hueso laminar maduro y el callo excesivo se va reabsorbiendo progresivamente, meses después cuando ya ha sido sustituido totalmente, la fractura se considera consolidada por una sólida unión ósea, la cual sólo se aprecia a través de placas radiográficas. Una vez consolidada la fractura la masa excesiva de callo óseo, se reabsorbe y entonces el hueso vuelve a recuperar su diámetro casi normal (20).

Las angulaciones ocurridas, el desplazamiento, y las superposiciones óseas se van corrigiendo y moldeando de nuevo por un proceso simultáneo de deposición ósea, si la alineación de los fragmentos es anatómicamente adecuada y mantenida por una buena fijación, el proceso de consolidación-remodelación modificará al hueso, que será difícil reconocer donde ocurrió este proceso (8,20).

Cuando ocurre una mala alineación de los fragmentos del hueso durante la fijación, el proceso de consolidación-remodelación dará forma al hueso eventualmente en el sitio de la fractura, produciéndose un perfil liso que mejor se adapte para unir los fragmentos óseos mal alineados. Aún en este caso, después de un periodo mayor, el hueso podrá modelarse hacia su mejor conformación para soportar las diferentes fuerzas biomecánicas que un hueso normal puede resistir. En 1892, J. Wolff demostró que el hueso se deposita ahí donde se le necesita, y se elimina donde no se le requiere (8,20).

4.5 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REPARACION

El cirujano ortopedista debe saber que la reparación de la fractura está influenciada por muchos factores:

1. Edad. La reparación de la fractura es más rápida en animales jóvenes (2-6 semanas, dependiendo de la edad) (1,10). Mientras que en el perro adulto pueden pasar 4 meses antes de que la remodelación sea completa (10).
2. Tipo de hueso implicado. El hueso esponjoso tiene un aporte sanguíneo abundante y se repara más rápidamente que el hueso compacto (10).
3. Tipo de fractura. Las fracturas impactadas y las fracturas espirales u oblicuas extensas, en donde las superficies de fractura están en estrecha relación, reparan más rápido que aquellas en las que hay amplia separación de los fragmentos. Las fracturas conminutas, tienden a repararse más lentamente debido a la inestabilidad inherente y a la ruptura del aporte sanguíneo a los fragmentos. Cuando se ha realizado la reducción cerrada, como mínimo un 50% de las superficies de fractura debe estar en contacto para que ocurra una reparación satisfactoria (10).
4. La calidad de la reducción de la fractura (20). Hay ciertos principios que se deben tener en mente cuando se reducen fracturas (1):
 - reconstrucción anatómica
 - preservación vascular
 - fijación interna rígida
 - reparación ósea

- uso de implantes en ortopedia
- intervención quirúrgica temprana
- abordaje adecuado para una mejor visualización (1).

5. El grado de fijación de la misma (20).

6. Suministro sanguíneo regional (20).

Cada factor tiene importancia en la reparación ósea; una mala reducción incrementará el espacio entre los fragmentos, lo cual incrementa la formación de callo óseo y con esto se prolonga el tiempo de reparación (8,20). La mala fijación de los fragmentos puede convertir las células especializadas del callo en cicatriz y de ese modo predisponer a la falta de unión; así como un pobre o deficiente suministro sanguíneo puede demorar el proceso de reparación pudiendo predisponer a la falta de unión. Mientras ocurre el proceso de reparación, el hueso es muy sensible al aporte inadecuado de sangre y oxígeno; a las fuerzas mecánicas extremas y al equilibrio entre las diferentes hormonas y necesidades nutricionales. Por lo tanto la reparación de una fractura sólo se logrará adecuadamente y en el tiempo deseado si los factores anteriores se encuentran en perfecto equilibrio (8,20,22).

Para el médico veterinario ortopedista que se encuentra con el problema de reducir fracturas en perros y gatos, la inmovilización y restricción del movimiento siempre van a significar el mayor inconveniente. Siempre se debe tratar en los procedimientos quirúrgicos de encontrar y seguir el camino más conveniente para llegar al órgano o estructura a ser tratada (20).

5. 1. CLAVO INTRAMEDULAR

El clavo intramedular del tipo más sencillo, y comúnmente empleado es una carilla cilíndrica recta hecha de acero inoxidable y afilada con punta cortante en unos o ambos extremos (19). Se inserta en el interior de la cavidad medular de un hueso para mantener la reducción de una fractura (10).

Debido a su superficie tersa y forma cilíndrica, presta poca garantía contra la rotación del fragmento distal.

Los clavos se fabrican en grosores que van de $5/64$ de plg (aprox. 2 mm.) a $5/16$ de plg (aprox. 7mm.) y no obstante poderse obtener en largos diversos, es preferible adquirirlos de una misma longitud de 25 cm. con puntas afiladas en ambos extremos. Hay a disposición tres tipos de punta : punta de trocar, barrena y tornillo (19).

Hay tres tipos de clavos intramedulares:

5. 1. 1. Clavo de Steinmann.

Este tipo de clavo es el más frecuentemente usado en la ortopedia veterinaria (10,14).

Cuando el clavo de Steinmann es usado como único método de fijación, será reservado para fracturas estables, puede usarse en fracturas inestables pero en combinación con otro método de fijación como cerclaje, hemicerclaje, fijador esquelético, enclavado múltiple, etc. (7). El diámetro del clavo será aproximado al tamaño del canal medular. En el perro, el clavo ocupará cerca del 50 al 70% del diámetro del canal medular (7). La fijación interna con un clavo único puede no estabilizar una fractura contra todas las fuerzas que actúan en el hueso. Este clavo puede lograr estabilidad torsional de la fractura sólo cuando induce una interdigitación de los fragmentos del hueso fracturado (25).

Algunas complicaciones en el uso del clavo intramedular de Steinmann pueden deberse al fracaso del implante por migración del clavo, doblamiento o fractura del mismo. La unión demorada o la falta de unión después de la aplicación del clavo; puede también ser resultado de factores mecánicos debido a que la cavidad medular de los huesos largos de muchos perros varía en diámetro, este tipo de clavo deberá tener tres puntos de contacto, es decir; deberá tocar tres cortezas: la primera cuando es anclado en su punto de inserción, la segunda al tener contacto con la línea de fractura o con el istmo del canal medular y la tercera cuando es asentado en el hueso esponjoso de la metafisis contraria (7).

Contraindicaciones: En fracturas conminutas, cuando hay evidencia de infección (*).

La reducción puede ser realizada en forma cerrada, sin abrir piel, o bien, abierta con exposición quirúrgica del área dañada (*,7).

El problema más común en la colocación del clavo es la salida de este a la articulación de la rodilla.

Los clavos muy pequeños, 0.035, 0.045 y 0.062 plg (aprox. 0.88, 1.14 y 1.57 mm) de diámetro, se llaman alambres de Kirschner y se pueden utilizar como clavos intramedulares en huesos pequeños (8).

5. 1. 2 CLAVO DE KÜNTSCHER.

Es un clavo hueco en forma de V o de hoja de trébol (8,10). Un extremo del clavo está afilado para la impactación y en el otro extremo hay un orificio para ajustar un gancho extractor (10).

El equipo para la inserción de este clavo es relativamente caro. Su uso en la ortopedia canina se ha limitado a fracturas transversas del cuerpo del fémur y a fracturas menos extensas del húmero. La forma del clavo asegura una buena sujeción en el hueso esponjoso (10). Este tipo de clavo proporciona una fijación intramedular más rígida (25).

Se encuentra disponible en todas las longitudes necesarias con diámetros que varían de dos a 20 mm. (10). Los defensores de este método señalan que las crestas del clavo hacen presión sobre la cortical

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Carlos Santoscoy Mejía. Febrero-abril 1998.

interna, proporcionando mayor estabilidad contra la rotación que la lograda generalmente con un clavo redondo único (8).

El enclavamiento de Küntscher es adecuado para ciertas fracturas transversas u oblicuas cortas de la diafisis del fémur, húmero, o tibia, en perros de razas medianas o grandes. Está contraindicado en fracturas conminutas o longitudinales, así como también en caso de infección (8).

5. 1. 3 CLAVO DE RUSH.

El clavo de Rush es un modelo ligeramente modificado del clavo de Steinmann, tiene en un extremo una punta en bisel y en el otro un gancho de curva acentuada, tiene una cruva ligera en toda su longitud (19).

Este clavo inmoviliza la fractura por su acción semejante a un muelle que dá por resultado la presión en tres puntos dentro de la cavidad medular. Este método de fijación es más comúnmente usado en fracturas supracondilares del fémur y el húmero, usando dos clavos de Rush. Una mala aplicación puede provocar problemas de artrodesis (10).

5. 2 ALAMBRE ORTOPEDICO.

El alambre ortopédico está hecho de monofilamento de acero y se encuentra disponible en una serie de tamaños que varían entre los calibres 18 a 28, el alambre de calibre 18 es el más grueso (10).

Las suturas de alambre pueden usarse como único método de fijación particularmente en fracturas de mandíbula y cráneo (10).

5. 2. 1 CERCLAJE

Los cerclajes son segmentos de alambre ortopédico el cual debe rodear por completo (360°) la circunferencia de cada fragmento del hueso fracturado e anudando los dos cabos uno sobre el otro, actuando de esta manera como auxiliar en la fijación de las fracturas del tipo espiraladas y oblicuas principalmente (4,7,8,10).

El cerclaje se usa frecuentemente para la fijación de las fracturas en combinación con clavos intramedulares, entre ambos mantienen los fragmentos alineados o proporcionan la estabilidad rotacional (6,7).

Los cerclajes también se pueden aplicar al usar fijador esquelético externo (7). Los cerclajes se deben colocar a 1cm - 1.5 cm. de distancia entre sí y diagonal o de la línea de fractura (* , 12).

5. 2. 2 HEMICERCLAJE.

Los hemicerclajes son una modificación de los cerclajes, para su aplicación es necesario perforar dos cortezas, se introduce el alambre por los orificios, se cruza por la línea de fractura y se amarran ambos cabos, fijando así, exclusivamente una mitad del hueso fracturado, 180° de la circunferencia ósea (12).

El uso de los hemicerclajes ha sido desarrollado también en combinación con el clavo intramedular de Steinmann; son también efectivos en reforzar fisuras longitudinales que llegan a formarse en la

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Isidro Castro Mendoza. Febrero - abril 1998.

corteza de los huesos largos; muchas veces también previenen la rotación y el deslizamiento de los fragmentos, además del desplazamiento de fracturas oblicuas (8, 12).

5. 3. PLACA ORTOPEDICA.

La placa de osteosíntesis de compresión interfragmentaria con tornillos proporciona la reducción más estable y está indicada en especial en razas medianas, grandes y gigantes (10, 25).

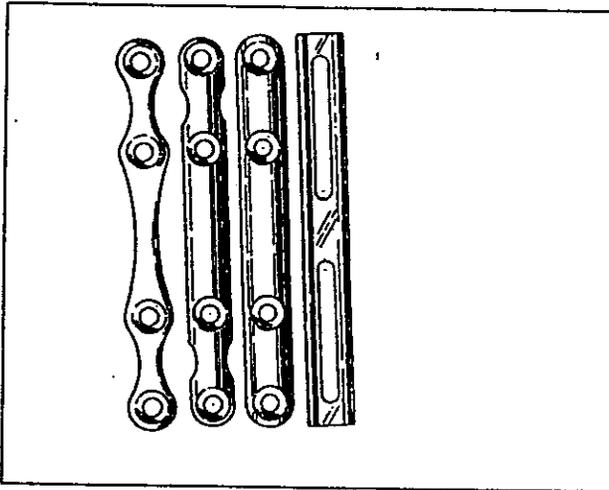


Figura 2. Placas ortopédicas (19)

La aplicación correcta de una placa con tornillos dará por resultado la estabilidad óptima del punto de fractura y permite el funcionamiento precoz del miembro libre de dolor (10). Asegura la estabilidad rotacional (8).

Las placas son adaptables prácticamente a todo tipo de fractura del cuerpo de los huesos largos (7, 21). El contornear la placa de tal

forma que conforme la curva natural del hueso permite la reducción anatómica del hueso. Además, el contorneado y la posición correcta de la placa ayudan a prevenir fracasos en el implante (4).

Las placas son generalmente aplicadas en la superficie lateral del hueso. La curvatura se obtiene de la radiografía del fémur opuesto y se contornea durante la reducción de la fractura (7, 8, 18, 21).

5. 4. COMPRESIÓN INTERFRAGMENTARIA.

Es un método que comprime simultáneamente a dos fragmentos óseos, esto se consigue mediante el principio del tornillo a tracción. El método para taladrar los agujeros depende del tipo de tornillo usado (10).

Los tornillos para hueso ASIF (Association for the Study of Internal Fixiation) están fabricados con una rosca cuya superficie de contacto es muy grande y con ángulos casi rectos al eje largo del tornillo, a diferencia de los tornillos convencionales para hueso, esto asegura un agarre completo en el hueso (10).

Se han desarrollado dos tipos de tornillos para hueso ASIF, el tornillo para cortical, para su uso en la cortical ósea de la diáfisis y el tornillo para esponjosa para su uso en la esponjosa de la metafisis y epífisis, para este propósito este tornillo tiene una rosca más gruesa (10,24)..

La compresión interfragmentaria usando sólo tornillos debe emplearse en fracturas oblicuas o espirales de la diáfisis cuando la longitud de la fractura sea cuatro veces el diámetro del cuerpo. En una fractura oblicua un tornillo puesto en ángulo recto a la línea de fractura

dará la máxima compresión interfragmentaria; mientras que uno puesto en ángulo recto con el cuerpo del hueso ofrecerá la máxima resistencia al acortamiento pero no una compresión interfragmentaria completa. Cuando los tornillos se usan como único método de fijación interna en una fractura del cuerpo también se debe suministrar un soporte externo con un vendaje de yeso (10).

5. 5. FIJACIÓN ESQUELÉTICA EXTERNA.

La fijación esquelética consiste en la aplicación de clavos percutáneos transcorticales en los segmentos de los huesos fracturados en un plano transversal u oblicuo a su eje longitudinal y que se unen en el exterior por medio de una barra conectora (21 8, 23).

Las indicaciones para la aplicación del fijador externo son numerosas, estando entre las principales su uso como fijación primaria de las fracturas expuestas (2, 8, 23, 26) y aquellas con procesos osteomielíticos. También se utiliza en el tratamiento de uniones demoradas o procesos de falta de unión donde se requiere una inmovilización rígida para lograr la reparación. También se usa como fijación auxiliar en fracturas donde los implantes (clavo intramedular) no proporcionan una estabilidad adecuada, así mismo se emplea como método de fijación en osteotomías correctivas y en inmovilización de articulaciones para proteger el tejido blando adyacente o provocar artrodesis (2, 8, 23).

Se puede usar en fracturas transversas y oblicuas cortas, oblicuas largas o de mariposa y en fracturas conminutas (8, 23, 25, 26).

Los huesos donde está indicada su aplicación son: Húmero, radio, ulna, fémur, tibia (2, 23), mandíbula, pelvis y columna vertebral, siendo más común en la parte distal de los miembros (2).

Ventajas:

La fijación esquelética provee estabilidad continua a los fragmentos óseos sin necesidad de colocar implantes en el sitio de la fractura, sin métodos quirúrgicos invasivos, por lo que la recuperación será más rápida, tampoco es necesario inmovilizar las articulaciones adyacentes (2). Por lo tanto evita la atrofia muscular y la degeneración articular que son comunes cuando se emplean las férulas o implantes internos en el tratamiento de las fracturas (2,8).

Esta fijación brinda una adecuada estabilidad lo que permite el uso de la extremidad, mientras mantiene los fragmentos en su posición y además evita el dolor (2, 8).

Cuando el fijador esquelético es usado como único método de fijación, requiere de un mínimo de cuatro clavos con 45° de angulación con respecto al hueso en cada fragmento, puede usarse en conjunto con otros medios de fijación como son clavos intramedulares, cerclajes, tornillos, etc. (2).

Desventajas:

Una pobre alineación de los fragmentos cuando la reducción es cerrada (2). Todos los fijadores externos presentan el riesgo de engancharse en los objetos circundantes (2, 26, *).

5. 5. 1. CONFIGURACIONES

TIPO 1a: Son fijadores que usan cuatro medios clavos (2 por fragmento), sólo se encuentran en una cara del hueso, por lo que son unilaterales y uniplanares (*, 2). Su aplicación es muy reducida, sólo se usa en fracturas transversas estables de animales pequeños (2).

Conforme se aumenta el número de clavos por fragmento se mejora la rigidez de la fijación (2).

TIPO 1b: Usa medios clavos, dos barras conectoras, es unilateral, biplanar (se apoya en dos planos), requiere una angulación entre los planos de 90°, está indicado en fracturas estables, conminutas, espirales, transversas y oblicuas (*).

TIPO II: Requiere de clavos de Steinmann completos que atraviesan el hueso de un lado a otro y son fijados por dos barras conectoras que quedan a ambos lados del mismo (*, 2).

Se emplea generalmente en fracturas de radio y tibia, se usa para realizar artrodesis de codo, carpos, tarsos y rodilla (*).

TIPO III O MIXTO: Es similar al modelo bilateral, diferenciándose, por el empleo de medios clavos de Steinmann. Requiere por lo menos de dos clavos completos. Este modelo está indicado en fracturas con severa conminución o muy cercanas a regiones articulares (2).

De este tipo de aparato han surgido variaciones, dando origen a los modelos tridimensionales (2).

También emplean clavos completos y medios clavos (*, 2). pero se adiciona una tercera barra que se coloca en un plano diferente a los

originales, sin embargo la rigidez que provee no es mucho mayor que las configuraciones anteriormente descritas. Su aplicación está limitada a las partes distales de los miembros (2) *

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ José L. Zamora Guzmán. Febrero- abril 1998.

Para llegar a establecer el diagnóstico es necesario considerar los signos, la historia clínica, un examen físico ortopédico detallado, examen neurológico y el examen radiológico.

6. 1. SIGNOS.

Todas las fracturas del fémur se caracterizan por una claudicación intensa y repentina, por la inmovilidad anormal del muslo y por la inflamación que origina el hematoma a la altura correspondiente. En la extremidad pendiente se oyen crujidos o ruidos de crepitación (6).

a) Fracturas incompletas: Estas lesiones dan una sintomatología extremadamente variable, según su naturaleza su localización y la intensidad de las lesiones (14).

- Cerradas o abiertas: Las fracturas incompletas no ofrecen signos clínicos específicos; las zonas o puntos calientes o dolorosos no son específicos para su diagnóstico, la cojera unas veces es marcada, otras insignificante con modalidades muy variadas en el modo y en la intensidad del apoyo del miembro afectado. La región está caliente, tumefacta, sensible y dolorosa y a veces se ve en la piel la lesión producida por el agente causal, otras veces nada de esto se puede notar,

por ser la lesión interna en el hueso, o por encontrarse éste recubierto por grupos musculares, por lo que en la práctica existen fracturas incompletas que no tienen más signos que la claudicación. La radiografía nos facilita todos los datos necesarios, por lo que resulta el método semiológico de preferencia a utilizar en todos los casos que sospechemos lesión ósea (14).

b) Fracturas completas: Hay que distinguir síntomas subjetivos y síntomas objetivos (14).

- Síntomas subjetivos: Son el dolor, y la alteración funcional. El primero acompaña siempre a las fracturas, se exagera por los movimientos. Cuando se ejerce presión con los dedos y se llega al sitio fracturado, el enfermo experimenta un gran dolor que exterioriza con lamentos, maullidos, etc.. La alteración funcional, como regla general es muy importante (14).

- Síntomas objetivos: Son los que realmente conducen al diagnóstico; 1º Movilidad anormal, 2º Crepitación ósea y 3º Deformación de la región.

1º Movilidad anormal en la continuidad de un hueso es un signo patognomónico, para apreciarlo se sujeta la región a la altura de los fragmentos con las dos manos y se les ejercen movimientos en sentido opuesto, viéndose que hay angulación al nivel del foco de la fractura (14).

2º Crepitación ósea: Es una sensación ósea auditiva y táctil a la vez, que se produce al rozar los fragmentos y que, si se aprecia, también es signo patognomónico. No es conveniente insistir en encontrarlo, ya que molesta mucho al enfermo y se originan desviaciones secundarias de los fragmentos. Este signo, no se encuentra en los desplazamientos

considerables de los fragmentos, o cuando entre estos se interpone algún músculo, tendón, etc.. La auscultación de la región afectada, con el estetoscopio ayuda a apreciar la crepitación ósea (14).

3° La deformación de la región se precisa sin causar molestia al paciente. En ocasiones es fácilmente apreciable; pero otras veces se necesita muy buena vista, práctica y la comparación con el miembro sano para percibir las pequeñas desviaciones. En ocasiones la inspección es inútil, y sólo confiaremos en la palpación.

En los casos en que los fragmentos óseos no se desvían, no existe crepitación ni deformación; la lesión sólo se precisa por la radiografía (14).

c) Fracturas abiertas: Los síntomas son los mismos que los de una fractura cerrada, más los propios de las heridas de los tejidos blandos (14). Las fracturas abiertas o expuestas son aquellas donde hay pérdida o lesión de tejidos blandos y que llegan a penetrar más allá de la epidermis (*).

Dependiendo de la fuerza externa y de la cantidad de tejido destruido, las fracturas expuestas se clasifican en tres tipos:

GRADO I: Es aquella en donde el hueso penetra las masas musculares y la piel, pudiendo quedar expuesto o regresarse a su lugar (8, 12). En ocasiones hay que rasurar la zona para reconocer que la fractura es

GRADO II: Es más fácil de reconocer, pues resulta de una mayor fuerza externa que expone al hueso, presentando una mayor pérdida de tejido (8, 12).

GRADO III: Se observa una gran pérdida de tejido blando y óseo (12).

Toda fractura expuesta se considera contaminada, por pequeña que sea la solución de continuidad en la piel (*, 8, 12). Después de cuatro horas de haber ocurrido el traumatismo, las bacterias empiezan a reproducirse y después de este periodo dorado la fractura se considera ya infectada. Las bacterias más comunes en estas infecciones son: Staphylococcus en un 45%, Streptococcus 18%, E.coli 13%, Proteus 9% y luego otras como Psudomona, Corynebacterium y Nocardia en menor porcentaje (12).

En algunos casos en los que han transcurrido varios días sin atención se observa ya secreción purulenta, tejido necrótico y pérdida de la vascularización lo cual evoluciona hacia una osteomielitis que causa retraso en la cicatrización y complicación en el tratamiento (12).

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Enrique Flores Gasca. Febrero-abril 1998.

6. 2. EXAMEN FISICO ORTOPÉDICO

El examen físico ortopédico es uno de los procedimientos cotidianos efectuados en el medio ambiente hospitalario. El paciente con claudicación representa un número importante en la atención médica diaria en clínicas, consultorios y hospitales veterinarios (15).

La claudicación es el resultado de una patología o traumatismo del hueso, cartilago, músculo, tendón, ligamento o de alguna estructura neurovascular (15).

Un buen examen físico ortopédico se realiza cuando el médico veterinario conoce el tiempo que lleva la claudicación, la prevalencia en las diferentes razas y los hallazgos clínicos asociados a diferentes enfermedades, así como el poder conducir un cuestionario adecuado con el propietario; lo anterior, conjuntado con procedimientos diagnósticos confirmarán la presunta enfermedad para aplicar el tratamiento adecuado (*,15).

Es importante realizar un buen examen físico sistemático y completo(*). Para iniciar un examen clínico ortopédico siempre se debe tomar en cuenta la raza y la edad; ya que las enfermedades ortopédicas en su división primaria se encuentran agrupadas en enfermedades congénitas y adquiridas que a su vez son enfermedades del desarrollo y enfermedades degenerativas; muchas de estas enfermedades tienen prevalencia por raza y menos marcada por sexo (15).

REVISION ORTOPÈDICA DEL PACIENTE

- Estática: Se observa como se sustenta el paciente sobre el piso firme o en superficie plana (*,15).
 - conformación
 - postura
- Dinámica. Se realiza sin tocar al paciente y se observa:
 - locomoción: ver la capacidad del paciente para desplazarse de un lado a otro, esto permite evaluar la integridad neuromuscular (*).

Este examen se realiza en una superficie regular, el propietario hace caminar al animal, y el médico lo observa alejarse y acercarse. Se debe ver el paso normal o claudicaciones presentes, hay que tomar en cuenta las características del paso de la raza, hacerlo subir y bajar escaleras para valorar la adaptación y el equilibrio (*,15).

- Centro de equilibrio: Se encuentra aproximadamente a la altura de la T10, por lo que soporta mayor peso en miembros torácicos (*).
 - Desplazamiento craneal del centro del equilibrio.
- Cabeza abajo: si un perro tiene dolor en miembro pélvico trata de desplazar su centro de equilibrio más cranealmente, por lo tanto baja la cabeza.
- Mayor apoyo en miembros torácicos: miembros y codos poco más abiertos que los demás.
 - Desplazamiento caudal
- Cabeza arriba

- Mayor apoyo en miembros pelvianos (*, 15).

La observación del paciente desde el momento que arriba a la clínica es de vital importancia, así el médico podrá iniciar un trabajo donde el objetivo es conocer la enfermedad que atañe al paciente. La observación de la locomoción es importante para delimitar el miembro o los miembros afectados y el tipo de claudicación presentada la cual se divide en 4 diferentes grados (15), estos determinan la gravedad del asunto; a mayor grado de claudicación mayor gravedad. También indican la evolución del paciente (*).

GRADOS DE CLAUDICACIÓN:

GRADO I: Apenas perceptible, implica 1 o máximo dos miembros, problema en locomoción no en estática. El apoyo es constante en estática y existe apoyo ligero en dinámica. Indica un problema leve (*, 15).

GRADO II: El apoyo se observa sólo en estática (15), hay una notable claudicación, apoya la mayor parte del tiempo, indica un problema un poco más grave(*).

GRADO III: El miembro afectado tan sólo toca el piso para lograr el equilibrio del paciente, la claudicación es muy evidente (15). Existe en fracturas estables, rupturas ligamentosas completas con cierta cronicidad (más o menos 12 días) (*).

GRADO IV: No apoya, el miembro afectado se mantiene en el aire en todo momento, si se le empuja se cae; el paciente prefiere desequilibrarse antes que apoyarlo (*, 15). Se presenta en fracturas inestables, rupturas ligamentosas agudas (tienen poco tiempo), procesos infecciosos, etc. (*).

- **Palpación** : Consiste en aplicar presión digital con las yemas de los dedos, sobre las superficies óseas para determinar la condición de estas. Debe ser una palpación delicada, individualizando la zona que se está palpando. Al realizar esto, se determina si hay dolor, calor, inflamación, efusión, crepitación. Se debe hacer una palpación superficial para revisar la textura y después hacer palpación ósea profunda, evitando en lo posible las mayores masas musculares (*, 15).

- 1) Punta más distal de los miembros; revisar garras, espacios y pliegues interdigitales, y cojinetes.
- 2) Revisar dedos uno por uno, revisando movimientos articulares.
- 3) Revisar carpos o tarsos uno por uno y en conjunto.
- 4) Revisar metacarpo o metatarsos uno por uno.

Continuar con los demás huesos: radio, tibia, húmero, fémur y revisar sus respectivas articulaciones.

Siempre se debe comparar un hueso con su homólogo contrario (*, 15).

RANGO DE MOVIMIENTO

Siempre se debe revisar y registrar para seguir la evolución del paciente. Para evaluar esto hay que revisar:

- a) Flexión.
- b) Extensión.
- c) Movimientos laterales.
- d) Rotación externa e interna.

- e) Aducción.
- f) Abducción.
- g) Flexión: Se realiza en todas y cada una de las articulaciones del miembro involucrado.
- h) Extensión: Es realizado también en cualquier articulación.
- i) Movimientos laterales: Se realiza en articulaciones.
- j) Rotación externa e interna: Se realiza en hombro y cadera.

Con esto buscamos la presencia de dolor, inestabilidad, de movimientos articulares anormales, de crepitaciones. En movimientos laterales y de rotación se verifica la integridad de ligamentos y cápsula de las articulaciones.

- k) Aducción: movimiento del miembro hacia adentro. Se realiza en articulación del hombro y articulación coxofemoral.
- l) Abducción: movimiento del miembro hacia afuera. Se realiza en articulación del hombro y articulación coxofemoral (*, 15).

Los movimientos deben compararse con las articulaciones del miembro contrario.

El examen físico ortopédico y el examen neurológico deben ir de la mano, ya que con ambos podemos diferenciar si tenemos un problema óseo y/o nervioso, esto es muy importante para elegir la terapéutica a

* Seminario: tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Carlos Santoscoy Mejía. Febrero-abril 1998.

Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Joe Miceli Hernández. Febrero-abril 1998.

seguir; no nos serviría reducir una fractura con una excelente técnica quirúrgica, si, tenemos además el daño nervioso (*).

6. 3. EXAMEN RADIOLÓGICO

El uso de la radiografía en un hueso nos permite primeramente percatarnos de la presencia o no de fractura, de aquí se desprende el analizar las posibles técnicas correctivas de la misma, valorar la reducción, la coaptación para cada una de las técnicas (*).

Las tomas radiográficas que se utilizan para fémur son:

- Toma cráneo caudal.

- Toma medio lateral (*, 10).

-Toma cráneo caudal: El paciente se coloca en decúbito dorsal, el miembro afectado se extiende caudalmente sobre el chasis, la toma debe comprender a las articulaciones de la cadera y la rodilla.

- Toma medio lateral: El paciente se coloca en decúbito lateral: el muslo lesionado se coloca sobre el chasis; el muslo opuesto se coloca en abducción. La toma debe comprender a las articulaciones de la cadera y de la rodilla.

Las placas radiográficas deben estudiarse cuidadosamente para detectar fisuras adicionales. Cuando exista duda se pueden solicitar tomas especiales (oblicuas) o tomas del fémur sano, o bien, comparar con placas que se tengan y que correspondan a la misma especie, talla y edad (*).

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Carlos J. González López. Febrero-abril 1998.

7. 1. CONSIDERACIONES PREQUIRÚRGICAS

Evaluar completamente al paciente en busca de problemas relacionados con el traumatismo: son comunes las lesiones neurológicas, torácicas, abdominales y en pelvis (*, 3, 26). Realizar examen físico, pruebas de laboratorio, electrocardiograma y radiografías (27).

Frecuentemente pasan inadvertidas las contusiones pulmonares y cardíacas, las cuales provocan la muerte durante la intervención quirúrgica o después de la misma. Cuando exista alguna de estas lesiones adicionales a la fractura debe retrasarse la intervención quirúrgica, para buscar el estabilizar al paciente antes de considerar la cirugía. Debe comprobarse también la integridad del nervio isquiático (26).

Es recomendable dar antibióticos de amplio espectro por vía IV en el periodo transquirúrgico si la cirugía dura más de dos horas (3). También hay que establecer una terapia de fluidos.

Si la fractura es expuesta, una vez que el paciente se ha estabilizado, y se han tomado las radiografías de rutina, se debe rasurar la herida de manera quirúrgica y lavarla perfectamente. Se aconseja después hacer una irrigación a baja presión sobre la herida para arrastrar las

bacterias, tejido necrótico y restos de jabón de manera mecánica. Se prefiere la solución de Hartmann a la solución salina para realizar los lavados, porque no daña a las células. Se aconseja utilizar de dos a cinco litros para realizar los lavados. Se pueden usar soluciones iodadas al 0.1% o 1% para hacer los lavados; una mayor concentración causa destrucción de los tejidos (12).

También es importante la terapia con antibióticos aunque esta no sustituye a un buen lavado. Mientras se espera el antibiograma de la herida se pueden utilizar antibióticos que sean efectivos contra las bacterias más comunes como son: cefalosporinas de primera generación (27), penicilina G (8, 27) entre otros. Ya con el antibiograma se empieza el tratamiento con el antibiótico específico (27).

Cuando la herida se encuentra infectada es necesario realizar un lavado quirúrgico retirando todo el tejido necrótico, así como los hematomas para evitar que se favorezca la osteomielitis. El tejido óseo se lava bien usando una legra, también se retiran pequeñas esquirlas que pueden formar secuestros (mayores de 5 mm.). Una vez que se ha controlado la infección se procede a la estabilización quirúrgica de la fractura; lo cual dará una buena irrigación al hueso y ayuda a controlar la infección más rápidamente (27).

7. 2. ABORDAJE AL CUERPO DEL HUESO FEMORAL

El conocimiento de la forma del hueso en vivo, así como el de los elementos anatómicos previos al encuentro óseo, tiene importancia durante la ejecución quirúrgica ortopédica. Nos permite ubicarnos con mayor seguridad dentro del campo operativo, nos previene de

compromisos vasculares, neurológicos y articulares neurológicos y articulares de consecuencias indeseables (*, 13).

Sin embargo en una fractura, la mayoría de las veces, particularmente cuando han pasado algunos días, la realidad visual en el campo operatorio se muestra diferente de como es en el cadáver y en los esquemas de textos y atlas. En ocasiones el cirujano se abre paso en los primeros planos prácticamente a ciegas, pero apoyándose en la imagen mental que virtualmente deben guardar los elementos anatómicos (*, 13).

- a) Primeramente se debe preparar el miembro para cirugía aséptica (8).
- b) Se efectuará una incisión en la piel sobre la superficie lateral del muslo, desde el nivel del trocánter mayor hasta el nivel de la patela. El tejido adiposo subcutáneo y la fascia superficial son incididos siguiendo la misma trayectoria de la incisión realizada sobre la piel (*, 3, 10, 13, 18).
- c) Los márgenes de la piel son retraídos a cada lado de la incisión para exponer la fascia lata la cual habrá de ser incidida a lo largo del borde craneal del músculo bíceps femoral, extendiéndose esta última incisión una distancia equivalente a la incisión sobre la piel (*, 3, 10, 13, 18).
- d) Para permitir la exposición del cuerpo femoral es necesario retraer caudalmente el músculo bíceps femoral, y cranealmente al músculo vasto lateral (*, 3, 10, 13, 18).
- e) El músculo aductor magno, que se inserta sobre la cara caudal del cuerpo femoral, puede ser elevado desde el subperiostio para incrementar el área expuesta. El músculo vasto intermedio, que se

encuentra sobre la cara craneal del hueso femoral es retraído liberando la fascia localizada entre el músculo y el hueso. El nervio isquiático corre caudalmente al fémur, por debajo del músculo bíceps femoral en la mitad caudal de éste (*, 13).

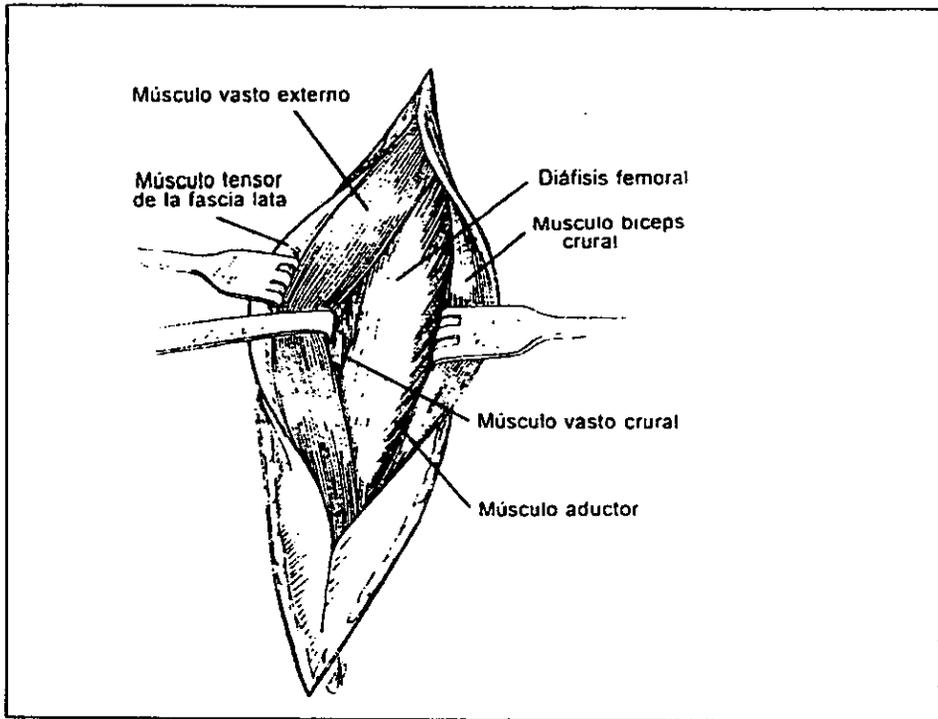


Figura 3. Aproximación al hueso femoral (3)

Debido a la forma de la extremidad y a la fuerte acción muscular por parte de aquellos que se insertan en el fémur, no existe posibilidad de un tratamiento conservador eficaz de la fractura de la diáfisis femoral mediante enyesado, férulas o entablillamiento (26).

Los métodos de fijación interna incluyen el uso de:

- Clavo intramedular único.
- Clavos múltiples.
- Fijador externo unilateral con un clavo intramedular y otra fijación auxiliar.
- Placas con tornillos y cerclajes (7, 10, 25).

Muchas de las fracturas pueden ser tratadas utilizando uno o más métodos de fijación, pero es sabido que las fracturas múltiples e inestables responden bien al tratamiento con placas y tornillos, en pacientes de razas grandes y gigantes la utilización de este método produce una mejor respuesta funcional y sin complicaciones (7, 10).

En los perros jóvenes las fracturas transversas simples del cuerpo se tratan mejor con una fijación intramedular, sobre todo si presentan extremos dentados (10, 25).

Las fracturas del fémur en el perro y en el gato son casi siempre transversales con dislocación longitudinal y con tracción o con intensa desviación lateral (6).

7. 3. MÉTODOS DE FIJACIÓN.

7. 3. 1. FRACTURAS TRANSVERSALES.

- CLAVO DE STEINMANN.

Se puede introducir en la cavidad medular utilizando el método abierto o el cerrado (8).

Método Cerrado:

La introducción del clavo se efectuará en la fosa trocantérica, el clavo se inserta con un portavástago manual, con solamente una corta porción expuesta. Se controla el fragmento óseo proximal con el pulgar y los dedos a medida que el clavo se introduce. Cuando la punta del clavo comienza a emerger de la cavidad medular del fragmento proximal, los huesos se colocan en una buena alineación; para esto se aplican fuerzas

tales como la tracción, manipulación y coaptación (8, 21). A medida que el clavo se introduce en el fragmento distal, se corrige la rotación y angulación del hueso, y luego aquél se aloja firmemente en el hueso cortical distal (10). Cuando el clavo no proporciona una fijación adecuada se puede recurrir a la utilización de más de un clavo, sobre todo en perros grandes, o a la aplicación de una media férula de Kirschner (5, 7, 8, 25, 26). Se inserta un clavo transverso más pequeño en el área metafisiaria de cada fragmento, y los clavos expuestos se conectan con la barra de fijación esquelética externa (8).

Método Abierto:

El clavo intramedular se introduce de la misma manera que en el método cerrado (forma normógrada) o se puede insertar desde el sitio de fractura (forma retrógrada) (8).

Se debe mantener el miembro en posición neutral con relación a la articulación de la cadera o un poco en posición extendida, y el fémur en abducción de suerte que el clavo evite el nervio isquiático (4).

- Normógrada: El clavo intramedular se puede introducir a través de la fosa trocantérica. Se introduce el clavo y la palpación del trocánter mayor servirá de guía para saber si el clavo está penetrando a través de la fosa trocantérica, hasta llegar al canal medular. Aquí se debe tener cuidado con la angulación inicial ya que como el trocánter mayor es una prominencia se podría llegar a salir por la corteza ósea lateral. En el canal medular, el clavo será dirigido distalmente hasta ser asentado en el hueso esponjoso de la metafisis distal. También se puede introducir el clavo en el fémur distalmente a través de la fosa intercondílea, siguiendo las mismas indicaciones (7, 21).

- Retrógrada: Se realiza introduciendo el clavo intramedular a través de la línea de fractura dirigiéndolo primero hacia el fragmento proximal y después hacia el fragmento distal. Es una técnica más sencilla que la normógrada pero que puede dar mala alineación de los fragmentos por un inadecuado posicionamiento. Otra desventaja es el daño a los tejidos blandos, usualmente nervios que puede deberse a un descuido. Se requiere un abordaje quirúrgico amplio ya que se van a manipular directamente sobre la línea de fractura con pinzas de Kern, elevador de periostio, etc., y se va a introducir el clavo exteriorizando los fragmentos óseos (21).

- CLAVO DE KÜNTSCHER.

Se puede utilizar un método abierto o cerrado; sin embargo, el enclavamiento de Küntscher cerrado es técnicamente más exigente que uno de Steinmann cerrado.

Debe hacerse una puerta de entrada amplia en el extremo del hueso largo para insertar el clavo; por lo tanto, las porciones proximales del fémur, del húmero y de la tibia son los tres sitios donde se puede introducir el clavo.

Debido al gran tamaño de este tipo de dispositivo intramedular, su uso generalmente está restringido a las razas más grandes y animales de edad suficiente como para que el clavo no atraviese la zona de crecimiento activo.

Las técnicas abierta y cerrada son similares, y cada una de ellas se puede aplicar, según la naturaleza y la habilidad del cirujano.

- Reducción Cerrada: El miembro se prepara a fondo y cubriéndolo de modo tal que no restrinja su manipuleo. Se incide la piel a nivel del trocánter mayor y se inserta un clavo de Steinmann redondo u ovalado en la fosa trocántérica, alineándolo respecto a la cavidad medular proximal. Protegiendo las inserciones de los músculos glúteos, se agranda el orificio de entrada con un escarificador, para proporcionar un orificio de acceso grande sobre el canal medular. Se reduce entonces la fractura, usando el clavo guía para abordar la cavidad medular distal, exactamente de la misma manera que se hace con un enclavamiento de Steinmann cerrado. Manteniendo la reducción de la fractura, se pasa el clavo guía y se lo introduce a través del sitio de fractura. Se retira el clavo guía

cuando el clavo se introdujo en el fragmento distal, y se lo ubica en su posición correcta.

Si al introducir el clavo en el hueso se encuentra resistencia inusual, se lo debe retirar usando el extractor de clavos. Se debe controlar nuevamente el tamaño del clavo, antes de volver a insertarlo y también volver a revisar la alineación de la fractura. Cuando el clavo está correctamente asentado, debe protuir en el extremo proximal del hueso lo suficiente para permitir al instrumento de extracción entrar en el orificio del clavo y retirarlo cuando la reparación se complete.

- Reducción Abierta: El procedimiento es en esencia el mismo que el empleado en la reducción cerrada. En el método abierto, se expone el sitio de fractura antes de hacer la apertura sobre la fosa trocantérica. Se inserta un clavo de Steinmann de manera retrógrada, de tal forma que la apertura en el extremo del hueso esté alineada exactamente con la cavidad medular. El orificio se agranda, entonces, con un escarificador, igual que en el método cerrado. La reducción se facilita por la reinserción de un clavo de Steinmann o clavo guía, y la angulación y manipuleo de los fragmentos en el sitio de fractura. Los ajustes menores en la alineación se hacen a medida que el clavo de Küntscher (8).

- CLAVO DE RUSH.

-Principios de Aplicación:

Los clavos de Rush se insertan cerca del extremo del hueso en ángulo agudo, pasando oblicuamente a través del hueso esponjoso y la cavidad medular. A medida que el bisel toca la cortical del lado opuesto, se desliza por la superficie endóstica haciendo que el clavo se doble ligeramente y creando tensión elástica en el clavo. Mientras el clavo

avanza, la punta se vuelve a doblar hacia el lado original y se introduce en el hueso esponjoso y la cortical. Esto proporciona una rígida fijación interna de tres puntos, sin ocupar completamente la cavidad medular.

- Reducción y técnica de fijación:

El miembro se prepara para la cirugía aséptica y se envuelve para permitir el libre manipuleo de los huesos durante la reducción abierta. Se expone la fractura y se efectúa la reducción anatómica. Mientras los huesos se mantienen en reducción, se utiliza una lezna de Rush de tamaño apropiado, para perforar los orificios piloto. Se puede comenzar con la lezna casi perpendicular al hueso hasta que la punta esté asentada, y luego se cambia la dirección cuidadosamente, a modo de perforar los orificios piloto en un ángulo de aproximadamente 30° con respecto al eje longitudinal del hueso.

Se insertan clavos de Rush de longitud apropiada en cada uno de los orificios, con el gancho apuntando en sentido contrario al hueso y el bisel hacia la cortical opuesta, con el instrumento de introducción, los clavos se golpean en forma alternada, forzándolos a penetrar en el fragmento opuesto. Se debe mantener la reducción, a medida que se introducen los clavos. Un leve doblado previo del clavo y su guía mediante rotación del instrumento de introducción, facilitan la inserción. Es importante que los clavos no se crucen antes de pasar el sitio de la fractura, ya que en caso contrario mantendrá alejados a los fragmentos. A medida que el bisel del clavo se introduce rozando contra la cortical opuesta se percibe la resistencia, que disminuye a medida que el clavo se dobla y se desliza a lo largo de la cortical interna. Si el clavo se encuentra

con una resistencia firme, se lo debe retirar y volver a dirigir para impedir una penetración accidental de la cortical (8).

- **FIJADOR ESQUELÉTICO EXTERNO.**

Se requiere una técnica estrictamente aséptica, tanto si la reducción es cerrada o abierta (2, 8). El equipo quirúrgico debe estar perfectamente estéril. El pelo debe rasurarse cuidadosamente en una zona cinco veces mayor al área de incisión o de preferencia que incluya todo el miembro para facilitar su manipulación transquirúrgica. La piel debe lavarse con jabón germicida, por tres o cuatro veces y posteriormente enbrocarse con solución de benzal o iodo. El aparato de fijación debe ser aplicado dentro de un quirófano con el paciente bajo anestesia .

Con pocas excepciones la fractura debe reducirse previamente a la colocación de los clavos transfijadores. Esto trae consigo que la piel y los músculos que están sobre la fractura retomen su posición normal. Los clavos se colocan usualmente a través de la piel (2, 8, 23).

- Procedimiento Estándar:

Se insertan dos pares de clavos por encima y por debajo de la fractura, los clavos se deben insertar cerca de los extremos proximal y distal (2, 8, 23), sin embargo, se pueden ocasionar disturbios en el crecimiento cuando un clavo transfijador daña el núcleo de crecimiento, lo cual debe ser evitado. Los clavos son numerados de la parte proximal a al distal (2, 8), el orden de inserción puede variar, se puede seguir el siguiente orden: 1, 4, 2, 3. Los dos clavos en cada segmento se deben insertar en un ángulo de aproximadamente 35 a 45 grados, uno con respecto al otro (8, 23). Los clavos se insertan, ya sea usando un taladro manual o un taladro neumático. Los clavos deben atravesar ambas

corticales óseas. Esto puede verificarse por palpación o al sentir la disminución de la resistencia al estar taladrando (2, 8). Se doblan los sobrantes de los clavos y se cubren con cartilago dental para formar la barra conectora (2). Anteriormente en lugar del acrílico se utilizaba una barra de conexión completada con bornes (8, 23). La barra conectora deberá colocarse de 0.5 cm. a 2 cm. de la piel, esto evitará la interferencia con el edema o la inflamación que se produce posterior a la reducción y colocación de los clavos (2).

Cuando se coloque un aparato bilateral, los principios de aplicación son los mismos. La diferencia principal radica en que los clavos emergen por el lado contrario del miembro. Los clavos pueden ser transfijados en forma paralela entre ellos o ligeramente oblicua. El fijador debe ser colocado en la cara de tensión del hueso para neutralizar de una manera efectiva las fuerzas de distracción. La condición de la piel y del tejido blando circundante al hueso fracturado, puede influir en la decisión de aplicar la fijación en uno u otro lado del miembro (2). A medida que la reparación se aproxima al estadio de unión clínica, se puede controlar clínicamente, quitando la o las barras de conexión. Es aconsejable, antes de quitar la fijación controlar la unión clínica mediante radiografías en dos proyecciones distintas.

Cuidados Postquirúrgicos: Cubrir los acrílicos con vendajes. Realizar un estudio radiográfico postquirúrgico, inspección de los tejidos blandos y cambio de vendajes cada siete días. Controles radiográficos cada 30 días. El aparato se retira en el momento en el que la consolidación ósea se establece (2).

PLACAS PARA OSTEOSÍNTESIS

PLACA DE COMPRESIÓN DINÁMICA

Los extremos del hueso fracturado se liberan de sus inserciones musculares y la fractura se reduce y se alinea. La placa metálica se mide y se coloca cuidadosamente sobre la superficie lateral de la diáfisis del fémur. En la mayoría de los casos la placa debe ser tan larga como sea posible ya que es necesario tener por lo menos seis cortezas (tres tornillos por fragmento) (8, 15, 24). La placa se dobla siguiendo la forma del hueso que muestra la radiografía del miembro sano, el doblaje de la placa se realiza con pinzas o con una prensa adecuada (8, 18). La placa se sujeta en su sitio por medio de un clan de autocontención de Loumann (15), se realiza una perforación usando una broca, se utiliza una plantilla guía enganchada en uno de los extremos de la placa (8), se usa un calibre para medir la longitud del agujero y se elige un tornillo de esa longitud. Se utiliza un machuelo y posteriormente se atornilla cada tornillo en cada orificio de la placa, se debe evitar colocar tornillos sobre la línea de fractura (10).

EDAD	TIEMPO POSTQUIRÚRGICO PARA RETIRO DE PLACA
> 3 meses	4 semanas
3 - 6 meses	2 - 3 meses
6 - 12 meses	3 - 5 meses
< 1 año	5 - 14 meses

(7)

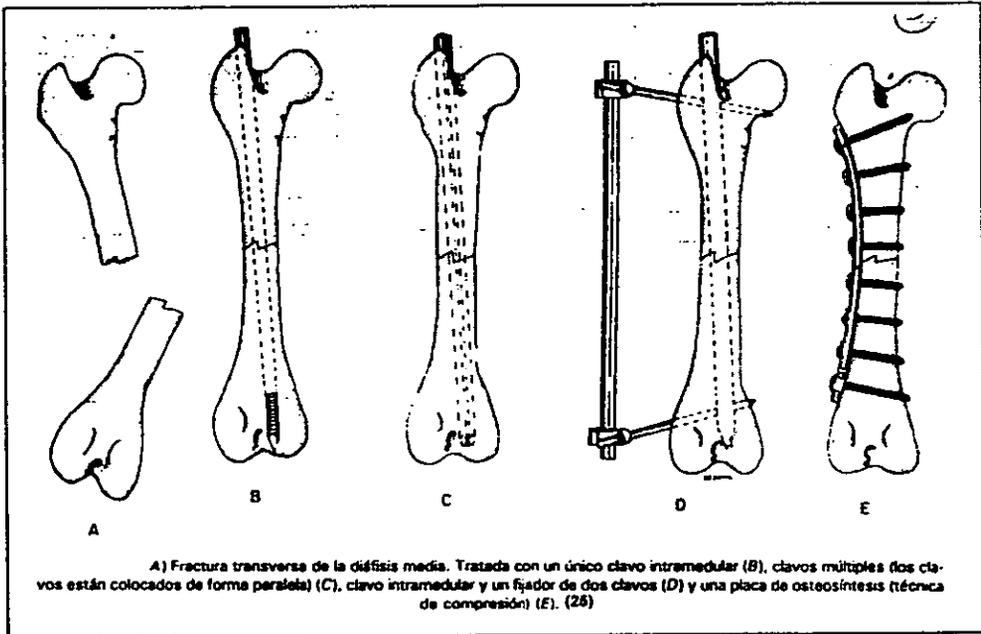


Figura 4.

7. 3. 2. FRACTURAS OBLICUAS Y EN ESPIRAL.

Este tipo de fracturas, incluyéndolas que presentan un fragmento grande en forma de mariposa pueden ser reparadas de forma satisfactoria con diversas técnicas. La fijación intramedular combinada con el cerclaje y el hemicerclaje proporcionan una buena alineación y estabilización. También el uso de tornillos de compresión, la placa de osteosíntesis o la aplicación de un aparato de fijación esquelética externa son indicados para el tratamiento de estas fracturas (3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 18, 25, 26).

La colocación de un clavo intramedular, de una fijación esquelética interna y de una placa de osteosíntesis se realiza en la misma forma que en las fracturas transversas.

- **APLICACIÓN DE CERCLAJES.**

El cerclaje se utiliza en este tipo de fracturas así como en cualquiera que presente fisuras (8).

Como regla general los cerclajes pueden ser usados si la línea de fractura es longitudinal o si el fragmento es mayor o igual que 1.5 a 2 veces el diámetro del hueso (12).

El material necesario para la aplicación de cerclajes es el siguiente: Alambre ortopédico de diferentes calibres, básicamente calibre 18, 20 y 21, torcedor de alambre, en particular el de Richards que ha demostrado ser el mejor, pinzas para cortar alambre, porta agujas grande y pasador de alambre (12, 21).

Los alambres circunferenciales serán pasados por el hueso fracturado evitando daños sobre vasos sanguíneos mayores o nervios en el miembro afectado. Donde el periostio no ha sido dañado por el trauma,

el alambre descansará directamente sobre él, éste será pasado evitando rodear fascias (12). El alambre rodeará completamente el fragmento, después de haber sido ayudado por un pasador de alambre o unas pinzas hemostáticas curvas, posteriormente se torcerán los cabos del alambre uno sobre el otro con el torcedor y si es necesario se cortará el excedente a nivel de la quinta a octava vuelta o torcedura del nudo, finalmente será doblado. Al aplicar cerclajes debe evitarse aflojar el alambre una vez que éste ha sido ajustado (12). Si van a ser colocados en áreas donde el diámetro del hueso decrece continuamente es necesario raspar el hueso con un elevador de periostio o un bisturí para hacer un surco y así prevenir el deslizamiento del cerclaje hacia el área de menor resistencia (12, 21).

En animales inmaduros no se debe hacer este surco ya que en ellos la corteza de sus huesos es bastante esponjosa lo cual asegura la posición del cerclaje (21). Como una precaución, los alambres deberán ser mantenidos por lo menos a 0.5 cm. de la porción transversa de la fractura y a 1.0 cm entre uno y otro. Deben utilizarse cuando menos dos cerclajes en fracturas oblicuas (12). Cuando se usan los alambres conjuntamente con placa, el alambre debe ir alrededor y no por debajo de la placa (4).

- **COLOCACIÓN DE HEMICERCLAJES.**

Un hemicerclaje es un medio de fijación interna que se basa en la aplicación de un alambre, abarcando exclusivamente 180° de la circunferencia ósea. Para su aplicación es necesario perforar dos cortezas, se introduce el alambre por los orificios, éstos no deberán encontrarse demasiado cerca del sitio de fractura o de la fisura (12), se cruza por la línea de fractura y se amarran ambos cabos haciendo el nudo de la misma

manera que para un cerclaje, fijando así exclusivamente una mitad del hueso fracturado; el nudo puede o no ser doblado en su sitio dependiendo de su aplicación (21).

Normalmente tanto el cerclaje como el hemicerclaje no se retiran (7).

- **APLICACIÓN DE TORNILLOS DE COMPRESIÓN.**

El método para taladrar los agujeros depende del tipo de tornillo usado pero básicamente si el fragmento "A" va a ser empujado hacia el fragmento "B" usando un tornillo, entonces el agujero en el fragmento "A" debe ser lo suficientemente amplio para que el tornillo pase a través de él sin que la cuerda logre tener agarre en el agujero deslizante. La rosca del tornillo debe sólo agarrar en la cortical del fragmento "B". Cuando se aprieta el tornillo ocurre la compresión interfragmentaria. Si la cuerda del tornillo agarra ambas corticales será imposible la compresión de la fractura (10).

7. 3. 3. FRACTURAS CONMINUTAS

Las fracturas conminutas pueden fijarse mediante una placa de sostén o de neutralización mediante un fijador esquelético externo (4). Con frecuencia deben usarse combinaciones de implantes para reconstruir huesos destrozados. La meta es fijar fragmento por fragmento hasta que la fractura se reduzca a dos piezas; estos dos extremos son entonces unidos y fijados ya sea con alambre ortopédico o con tornillos de compresión, empleando las técnicas en el punto anterior.

La función de la placa de sostén es la de mantener a los fragmentos óseos a una distancia correcta para lograr la reconstrucción de la forma del hueso.

La placa se dobla siguiendo la forma del hueso, los tornillos son colocados en el centro del orificio de la placa por medio de una guía de neutralización, los defectos óseos deben rellenarse con un injerto de cortical o de esponjoso, según sea el caso. También es necesario dejar tres tornillos por fragmento y colocarse en la cara de tensión (24).

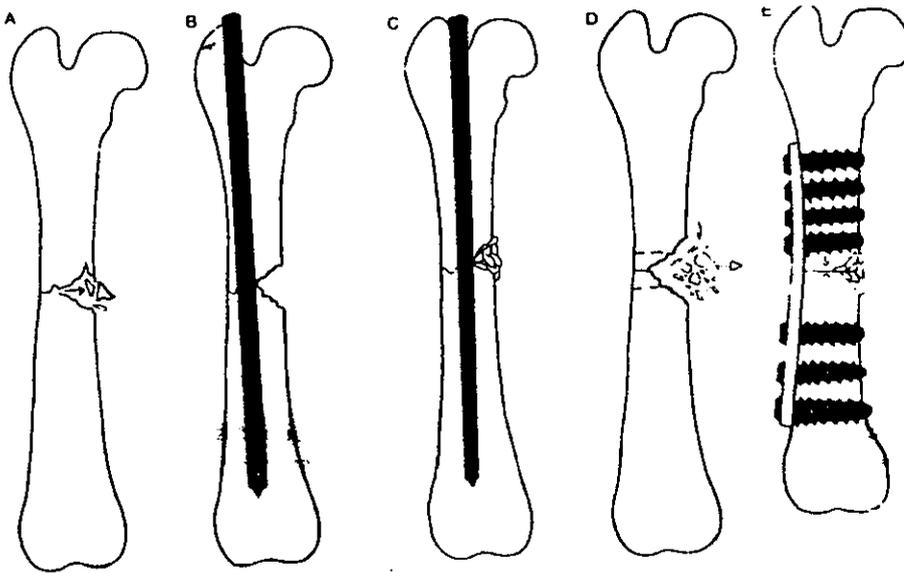


Figura 5.

A.Fractura conminuta en la porción media del fémur. **B.**Fractura conminuta reparada con clavo de Steinmann. **C.**Orificio de fractura relleno con tejido esponjoso en injerto. **D.**Fractura transversa del cuerpo femoral medio con conminución media. **E.**Fractura transversa del cuerpo medio de fémur reparada con una placa y compresión. (4).

7. 4. INJERTO ÓSEO

Para optimizar la reparación de la fractura se pueden obtener injertos de hueso trabecular de otro sitio y colocarlos alrededor de la fractura antes del cierre (3).

Los puntos apropiados de recolección de un injerto autógeno de tejido óseo esponjoso incluyen la extremidad proximal del fémur y de la tibia. Se usa un osteotomo o un trépano para hacer una ventana en la cortical, a través de la cual se introduce una legra para raspar la esponjosa ósea. Otro punto común de recolección es el ala del ilion. El injerto óseo esponjoso se recogerá en un recipiente de vidrio estéril seco, y se transporta al punto receptor tan pronto como es posible. El injerto se amontona alrededor del punto de fractura y se asegura mediante una sutura de los tejidos blandos circundantes (10).

RANGO DE UNIÓN EN TÉRMINOS DE UNIÓN CLÍNICA		
EDAD	CLAVO I.M. Y F.E.E.	PLACA ORTOPÉDICA
> 3 meses	2 - 3 semanas	4 semanas
3 - 6 meses	4 - 6 semanas	2 - 3 meses
6 - 12 meses	5 - 8 semanas	3 - 5 meses
< 1 año	7 - 12 semanas	5 meses - 1 año

Nota:

I.M. : Clavo Intra Medular.

F.E.E.: Fijador Esquelético Externo

(7)

7.5. COMPLICACIONES EN LA REPARACIÓN DE LA FRACTURA.

1) Osteomielitis:

Se encuentra como una de las complicaciones más frecuentes tras el tratamiento quirúrgico de las fracturas. Los organismos más frecuentemente aislados de los huesos infectados de los perros incluyen especies de *Staphylococcus*, *Pasteurellas*, *Pseudomonas*, *Proteus*, coliformes. Cuando el foco de infección se encuentra dentro de la cavidad medular hay una rápida difusión a través de ella, el material purulento penetra en la cortical ósea, corre por debajo del periostio, rompe al exterior y escapa a través de abscesos en la piel. Las áreas de hueso cortical afectadas pueden perder su vascularidad y necrosarse. El área necrótica del hueso se separa gradualmente como un secuestro y va siendo cerrada por tejido fibroso y un área de hueso nuevo denso que se conoce como involucro (10).

Los signos clínicos incluyen hinchazón de los tejidos blandos, dolor y piroxia intermitente. El examen radiográfico revela áreas de rarefacción en el hueso, particularmente en la metafisis o alrededor de los implantes metálicos que pueden haber sido utilizados para estabilizar la fractura. Más tarde hay una nueva formación de hueso perióstico y en el caso de que se desarrolle un secuestro este aparecerá como un área de hueso con aumento de la densidad rodeada por una zona de densidad inferior u osteolisis (10).

2) Retraso en la unión o no unión:

Se dice que hay retraso en la unión cuando una fractura no se repara en el tiempo normalmente esperado para ese tipo de fractura. El

retraso en la unión puede ser sustituido por un estado de no unión, en el cual se detiene el proceso de curación y la unión no ocurrirá sin la ayuda de una intervención quirúrgica. Las causas de retraso y no unión son las mismas:

- Inmovilización inadecuada (es la causa más común)
- Espacio entre los fragmentos
- Pérdida del aporte sanguíneo
- Infección (10).

3) Mala unión:

Es la fractura que ha curado o está curando en posición anormal y está causada por la inadecuada reducción y/o inmovilización durante la reparación de la fractura (10).

4) Enfermedad de la fractura:

Es un término usado por Muller (1963) para describir el síndrome de debilitamiento muscular, rigidez articular y desmineralización, que ocurren en inmovilizaciones prolongadas de una extremidad durante la reparación de una fractura (10).

Una mala colocación de implantes puede provocar la artrodesis.

APÉNDICE

OSTEOGÉNESIS

Ante todo hemos de partir del hecho de que el hueso significa una estructura que tiene apariencia curiosa, da la sensación de que se trata de un sistema completamente rígido, y sin embargo, desde el punto de vista biológico, hay que reconocer que es el sistema que está expuesto a mayor cambio (14). En definitiva, el sistema esquelético posee principalmente las siguientes funciones: Mantiene la forma y permite la deambulaci3n, actúa como depósito de sales de calcio y f3sforo principalmente (8, 14), contiene a la médula ósea principalmente en la diafisis (20), también brinda protección a 3rganos delicados como son: Pulmones, coraz3n, cerebro y vísceras abdominales y pelvianas.

El hueso a pesar de su aspecto sólido y de su gran firmeza anatómica, es por el contrario de gran labilidad fisiológica y está sometido a un gran recambio de sus componentes durante toda la vida (14).

ORIGEN EMBRIONARIO.

Osteogénesis es el proceso por el cual se forman y desarrollan los huesos. Condrogénesis es el proceso durante el cual se produce y desarrolla el cartílago (*).

El tejido cartilaginoso y el tejido óseo se agrupan dentro del llamado tejido conjuntivo especializado, el cual tiene su origen embrionario en el mesodermo. El mesodermo se forma a partir de células llamadas mesenquimatosas que provienen del ectodermo. Hay tres tipos de mesodermos:

1.- Paraxil: De éste se forman los somitas, que se encargan de formar el dorso del embrión.

2.- Intermedio: a partir de éste se forma la mayor parte de los aparatos urinarios y reproductor.

3.- Lateral: Que se divide en dos; lateral somático y latera esplácnico. Del somático se forman el tejido muscular y óseo. Del esplácnico se forma la mayor parte de tejido muscular y conjuntivo de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio y pleuras (*).

COMPONENTES CARTILAGINOSOS.

Incluye células, fibras y sustancia amorfa.

A) COMPONENTE CELULAR.

Condrioblastos:

Son células condroprogenitoras, las cuales se encuentran en la matriz hialina que no puede ser comprimida, causando el esparcimiento

de las células y una vez que estas están totalmente rodeadas se conocen como condrocitos (20).

Condrocitos:

Son células cartilaginosas insensibles, están totalmente rodeadas dejando sólo un espacio conocido como laguna. Al dividirse el condrocito se encuentran de dos a cuatro células por laguna, para luego formar lagunas secundarias, después de esto, no existen restos de nutrientes, ni suplemento sanguíneo. Esta es la primera diferencia de gran repercusión entre el hueso y el cartílago.

Esta actividad es el crecimiento intersticial el cual se observa en cartílago joven más no en el maduro. Este crecimiento resulta en el crecimiento longitudinal y proviene de la división celular de la laguna primaria (20). Este fenómeno tiene lugar a partir del cartílago de conjunción, que está en el estrato que separa a la epífisis de la metafisis (14).

El crecimiento aposicional, es necesario para una buena proporción del hueso en adultos y es por la múltiple acción celular en todas direcciones (20).

Los dos tipos de crecimiento están regulados por procesos endócrinos que parten de la hipófisis (14).

El cartílago ocupa espacios y cuando éste muere es reemplazado por hueso. El cartílago derivado del mesénquima es el precursor del hueso, de los tres tipos de cartílagos existentes, sólo el hialino es de interés ortopédico.

Tipos de cartílagos:

-Cartílago elástico: No tiene relación con el hueso.

- Cartilago fibroso: Cápsula articular y ligamentos, puede encontrarse en disco intervertebral, articulación, sinfisis.

- Cartilago hialino: Predetermina la forma de los huesos, iniciándose en un centro de condricación, el cual moldeado da forma al hueso (20).

Los pasos que se dan en el crecimiento son la proliferación, la madurez, la hipertrofia y la degeneración, esta última permite la sustitución celular. Al no existir capilares, existe un intercambio entre la matriz y el condrocito (3/4 partes de matriz es fluido). Una vez que se cristaliza la matriz (calcificación) la difusión es imposible y la célula muere y se remueven los restos para iniciar el reemplazo por tejido óseo verdadero (20).

B) FIBRAS: Colágena o elastina.

C) SUSTANCIA AMORFA: Agua, proteínas, sales y mucopolisacáridos ().*

COMPONENTES ÓSEOS

Tiene dos componentes: Un orgánico y otro inorgánico, esto lo diferencia del tejido cartilaginoso que no tiene componente inorgánico.

- Fracción orgánica: Células, fibras y sustancia amorfa.

- Fracción inorgánica: Sales minerales principalmente fosfato tricálcico, magnesio, carbonato de calcio, flúor, cloro y cobalto, hidroxiapatita (*, 14).

A) COMPONENTES CELULARES

Osteoblastos:

Su función primaria es la de formar la matriz, pero existen algunas evidencias de que intervienen en el proceso de calcificación (8, 20). Contienen organelos para una gran actividad de síntesis de proteínas. Los ribosomas producen moléculas de procolágeno para la proteólisis y polimerización en el espacio extravascular que resulta de la formación de fibras de colágeno, estos eventos conllevan a la formación del osteoide.

* Seminario: Tratamiento de las fracturas más comunes en el esqueleto apendicular en perros y gatos. MVZ Alberto Chávez Enriquez. Febrero - abril, 1998.

Los proteoglicanos se almacenan en el aparato de Golgi para la exostosis y la combinación de éstos y fibras de colágeno, producen la matriz mineralizable. La transformación a hidroxapatita se efectúa intra y extracelularmente, al formarse intracelularmente, la membrana se rompe. Los cristales se precipitan sobre toda la superficie de la matriz (20). Su vida media es de aproximadamente dos días hasta dos semanas (8, 20).

Osteocitos:

Un 10% de los osteoblastos quedan envueltos por la matriz, y entonces son llamados osteocitos, tienen las funciones de los osteoblastos (20), aparentemente pueden actuar como células formadoras de hueso y aparentemente también, pueden actuar como células reabsorbentes de hueso. Muy posiblemente juegan un papel extremadamente activo en el continuo proceso de remodelación (8).

Osteoclastos:

Estas células se localizan donde el hueso está siendo remodelado, son células grandes y multinucleadas cerca de las superficies óseas y en concavidades que son conocidas como lagunas de Howship. Su citoplasma contiene vacuolas y pequeñas vesículas, tienen un retículo endoplásmico y pocos ribosomas pero las mitocondrias están presentes en mayor número que los osteoblastos. La fosfatasa ácida y la colagenasa son producidas por estas células, lo primero en disolverse son los minerales, seguidos por la matriz orgánica. Los osteoclastos por fisión, forman una célula mononuclear en la superficie endosteal para formar osteoblastos y osteocitos (20). Los osteoclastos son principalmente responsables de la resorción ósea, principalmente en las superficies expuestas. Tienen una vida media de dos horas hasta dos días (8, 20).

B) FIBRAS.

Fibrillas de colagena que están constituidas por cadenas micelares de escleroproteínas, estas fibrillas se orientan en líneas espirales concéntricas alrededor de un eje vertical; gracias a esta orientación las referidas estructuras significan algo muy importante en la resistencia del hueso a la tracción y a la presión (14).

C) SUSTANCIA AMORFA

Se le considera un medio de dispersión o cemento óseo. Está constituida químicamente por osteomucina y ostealbúmina (14).

FORMACION DEL HUESO DIAFISIARIO

El cartílago empieza a ser sustituido por un delgado collar de tejido óseo, este collar óseo se forma en las células del área hipertrófica y madura; además la matriz se empieza a mineralizar. El collar óseo, el cual es el primer paso en el desarrollo de la corteza, es formado por osificación intermembranosa por los osteoblastos en la capa osteogénica pericondrial (periostio). El collar perióstico es seguido por una gran irrigación, que va hacia la corteza en el área cartilaginosa, esto se induce por la muerte del cartílago y los vasos sanguíneos proveen a esa zona con células mononucleadas y elementos mesenquimales, los cuales dan lugar a los osteoclastos y a los osteoblastos. Estas células son necesarias para la osificación endocondral y forman la médula hematopoyética (20).

La extensión de las células corticales sobre la placa de crecimiento, una vez que la epífisis ha osificado forma una placa a la que se le llama depresión de Ranvier.

La osificación endocondral es muy rápida hacia la epífisis y el cuerpo de los huesos largos, el crecimiento ocurre también subperiostialmente. En la diáfisis el periostio se engrosa y se deposita hueso entre un cambium periostial y corteza ósea.

La matriz ósea deja de ser inmadura y se empieza a depositar hueso laminar, los osteocitos empiezan a aparentar la formación de osteonas pero esto no es hasta que los osteoclastos han hecho un orificio en el hueso cortical, por eso este hueso no es un hueso osteonal verdadero (20).

Desde el punto de vista clínico, interesa recordar que existen tres variedades de estructuras de hueso:

1.- Hueso embrionario o reticular: Se caracteriza por estar formado por una red de finas trabéculas sin orientación determinada; este hueso es la forma más joven de tejido y además la más lábil, puesto que está expuesta a multitud de influencias; procede de la osificación del mesénquima embrionario y es el hueso que se observa inicialmente en el callo de fracturas (14).

2.- Hueso esponjoso: Este es de origen endocondral y se forma a partir del hueso embrionario bajo diversas influencias en las que participa la mecánica; es un tejido que se encuentra integrado en la epífisis, metafisis y huesos cortos donde hay una gran vascularización. El hueso esponjoso tiene una gran actividad desde el punto de vista hematopoyético.

3.- Hueso compacto o Haversiano: Constituye la variedad más importante de los huesos largos, es una formación tardía que tiene un papel funcional especialmente mecánico; el sistema de Havers integrado por laminillas, conductos, etc., sirve de estructura para dar alojamiento a los distintos vasos y nervios dentro del hueso. La estructura del hueso haversiano es la normal de los huesos largos dispuesta para soportar presiones, de tal manera, que por la parte externa está limitada por el “sistema fundamental interno” que son laminillas que limitan al hueso con el conducto medular del mismo y el “sistema fundamental externo”, que constituye la limitación periférica (14).

PLACA DE CRECIMIENTO

Conocida también como núcleo de crecimiento, segmento fisiario, fisis o plato fisial; palabra derivada del griego y que significa crecimiento (12, 20).

Existen varios tejidos que actúan como unidad en la placa de crecimiento, el componente cartilaginoso con diferentes zonas histológicas, el óseo o metafisis y el componente fibroso que está localizado en la periferia, comprendido en el surco de Ranvier y el anillo de La Croix (12,20).

Las placas de crecimiento son extensiones periféricas del centro de crecimiento primario de osificación, hay una distal y otra proximal en los huesos largos y se alejan una de otra, existen núcleos secundarios de osificación llamados epífisis que se expanden mucho más lento que el núcleo primario (20).

El componente cartilaginoso inicia con la zona de reserva y se encuentra por debajo de la epífisis ósea secundaria, son células que almacenan lípidos y otras sustancias para requerimientos nutricionales futuros. La zona proliferativa está compuesta por condrocitos alineados en columnas longitudinales formando la capa germinal de la placa de crecimiento, su función es la producción de matriz y la proliferación celular causante del crecimiento longitudinal. La tercera zona es conocida como zona hipertrófica es donde los condrocitos vuelven a tomar una forma esférica y la tensión de oxígeno se triplica en relación a la zona anterior. En esta zona suceden los siguientes eventos: 1. Ocurre la calcificación. 2. Disminuye la difusión de nutrientes y oxígeno, el

condrocito se hipertrofia. 3. La glicólisis anaerobia ocurre hasta consumir totalmente el glicógeno. 4. Las mitocondrias liberan calcio. 5. Hay mediación de las vesículas de la matriz. 6. Calcificación de la matriz (12,20).

Componente óseo: La metafisis inicia en la base de cada placa de crecimiento. Los osteoblastos inician la formación de hueso (esponjosium primario); cuando las barras de cartílago calcificado empiezan a desaparecer y el tejido óseo a acumularse, se le conoce como esponjosium secundario, ese tejido fibroso se reemplaza por hueso laminar a esto se le conoce como remodelación interna o histológica. Existen osteoblastos que se encuentran en la periferia de la metafisis, donde disminuyen el diámetro para formar la diáfisis a esto se le llama remodelación externa o anatómica.

Componente fibroso: Rodeando la placa de crecimiento se encuentra el surco de osificación y una banda de tejido fibroso conocido como anillo pericondrial, estos son el surco de Ranvier y el anillo de La Croix respectivamente. El surco de Ranvier provee de condroblastos a la zona de reserva contribuyendo en el crecimiento diametral del hueso; y el anillo de La Croix rodea la unión hueso-cartílago dando soporte y estabilidad a la placa de crecimiento (12,20).

TIPOS DE OSIFICACIÓN

Osificación es la dureza del hueso proporcionada por el precipitado de sales minerales, hay dos tipos de osificación:

- I. Desmal o intermenbranosas: Se da en huesos planos (cráneo), de tejido conjuntivo laxo mesenquimatoso pasa a hueso, sin un modelo cartilaginoso (20).
- II. Endocondral o intracartilaginosa: Son huesos que primero pasan por cartilago hialino, después se destruye y se osifica (20).

EXAMEN NEUROLÓGICO

El examen neurológica se emplea como apoyo para confirmar la información obtenida de la historia clínica. El clínico debe ser capaz de determinar si la disfunción del sistema nervioso es primaria, como un proceso infeccioso o secundaria a una enfermedad de cualquier otro sistema, tal como es un proceso metabólico. Si hay un trastorno del sistema nervioso debe localizarse el sitio o los sitios afectados, mediante un examen neurológico (9).

El examen neurológico se hará siguiendo una secuencia de observaciones, comenzando por la cabeza del animal y terminando en la cola. El examen neurológico se divide en cuatro secciones que son: Evaluación de la cabeza, elevación del paso, evaluación de la fuerza de los miembros anteriores y del cuello y evaluación de los miembros posteriores, cola y ano.

Evaluación de la cabeza:

Evalúa las estructuras anatómicas colocadas arriba del foramen magno, como son: La corteza, el tálamo, el hipotálamo, el cerebro medio, el puente y la medula.

- Problemas de personalidad y conducta. Las anormalidades en la personalidad, en la habilidad mental o intelectual que se hayan observado o mencionado en la historia indican lesión en la corteza cerebral, en el sistema límbico, en el hipotálamo o en el cerebro medio.
- Convulsiones. Indica que está afectando la corteza cerebral o los sistemas de proyecciones subcorticales a través del tálamo, de la formación reticular, del tallo cerebral rostral o la corteza cerebral.
- Endocrinopatías. Una historia de desequilibrio endócrino o signos de poliuria, polidipsia, polifagia, pueden ser signos de la cabeza e indican una lesión en el hipotálamo o en la glándula pituitaria.
- Postura de la cabeza y coordinación. Sirven para la evaluación vestibular y la función cerebral. Una cabeza inclinada puede ser signo de disfunción unilateral del nervio vestibular, del núcleo vestibular del tallo cerebral o del lóbulo flóculonodulador del cerebro. Se observan virajes amplios de la cabeza en trastornos vestibulares bilaterales.
- Nervios craneales: Evalúa la función del nervio craneal periférico específico, de las regiones anatómicas del tallo cerebral, desde la corteza prefrontal y del hipotálamo, caudales a la medula. Todos los nervios craneales deben evaluarse bilateralmente, para detectar si hay alguna asimetría.

Cuando no se observan signos de la cabeza es posible que exista una lesión abajo del foramen magno, en la medula espina, en los nervios periféricos o en los músculos.

Evaluación del paso y de su firmeza:

La marcha se evalúa por su firmeza y su coordinación. La firmeza de los movimientos de los miembros depende del funcionamiento adecuado de los tractos, de las neuronas motoras altas, de las neuronas internunciales, de las neuronas motoras bajas de la medula espinal, de la placa neuromuscular y de los músculos esqueléticos. La coordinación del paso depende principalmente de los nervios periféricos sensorios.

Se observa al animal durante la marcha, trotando y haciéndolo girar hacia la derecha y hacia la izquierda. Se debe evaluar la posición de los miembros y el tronco con el animal en dinámica y en estática. Una posición con los miembros abiertos o que se pare con los miembros en un ángulo anormal con el cuerpo, indicará déficit propioceptivo. Si el animal permanece con un miembro apoyado sobre la parte dorsal de los carpos, de los tarsos, también indica déficit propioceptivo. Se debe levantar y detener los miembros de un mismo lado y observar y comparar si el animal es capaz de soportar su peso y de caminar. A esta prueba se le llama de semipedestación y de semimarcha y ayuda a detectar la asimetría entre los miembros del lado derecho y los del lado izquierdo. La firmeza del paso se gradúa de 0 a 5: 0, significa parálisis completa; 1, indica paresis con algunos movimientos; 2, paresis con habilidad para soportar peso, pero no para dar pasos; 3, paresis con habilidad para soportar peso y dar algunos pasos; 4, paresis ligera con torpeza ocasional; 5, firmeza normal.

Si existen signos de la cabeza, se debe tratar de relacionar los déficits del paso con las lesiones que sospeche que se localizan en la corteza cerebral, en el cerebro o en el tallo cerebral. La hemiparesis, la hemiplejía, la cuadriparesis y la cuadriplejía pueden producir las lesiones en el cerebro medio, el puente y la medula oblonga.

Las lesiones del tallo cerebral, por lo general produce signos ipsilaterales, es decir, que el déficit se encuentra del mismo lado de la lesión.

La incoordinación del paso de la simetría puede ser producido por lesiones en el cerebelo, en los pedúnculos cerebelares caudales y en la medula oblonga. Las alteraciones del paso de los cuatro miembros, en ausencia de signos de la cabeza se deben a lesiones focales de la medula cervical, lesiones difusas o multifocales medulares, alteraciones difusas de los nervios periféricos, de la placa neuromuscular o de los músculos.

Los déficits del paso en los miembros posteriores sin signos de la cabeza se deben a trastornos medulares toracolumbares o a alteraciones bilaterales de los nervios periféricos o de los músculos. Se debe confirmar la ausencia de signos de los miembros anteriores. Los miembros posteriores pueden parecer más afectados que los anteriores, por lo que si se comparan con los posteriores, los anteriores pueden parecer normales.

Evaluación del cuello y de los miembros anteriores:

La evaluación del cuello y de los miembros anteriores, debe hacerse por separado para determinar cuál es el afectado. Se levantan y se sostienen los miembros posteriores, forzando al animal a caminar, apoyándose por completo en los miembros anteriores. A esta prueba se le llama de

carretilla y es útil para evaluar la firmeza y la coordinación de los miembros anteriores.

- Reacciones posturales: Se deben evaluar las reacciones posturales del salto y colocación. Se elevan y se mantienen flexionados los miembros posteriores y uno de los anteriores, para que el animal se sostenga en uno sólo de los miembros anteriores. Se le obliga a saltar en él hacia adelante y hacia atrás, hacia la derecha y hacia la izquierda, después se repite con el otro miembro.

En la prueba de colocación, se levanta el animal y se sostiene por el tórax y por el abdomen y se arrima a la mesa. El animal al sentir el borde de la mesa debe adelantar ambos miembros y colocarlos sobre la mesa. La coordinación y la fuerza de la respuesta de salto se debe a la función normal de los tractos motores y sensorios caudales al cerebro medio.

- Propicepción. Se evalúa, colocando un miembro anterior flexionado sobre los carpos y observando la habilidad del animal para corregir esta posición. También se puede aducir o abducir un miembro a una posición anormal, el animal deberá corregir la posición. Esto evalúa los nervios sensorios periféricos y los tractos sensorios medulares.
- Fuerza extensora. Con el animal de pies se ejerce presión hacia abajo sobre la región de la cruz, el animal debe ofrecer resistencia a esta fuerza. Con esto se evalúa la función vestibular.
- Reflejos espinales de los miembros anteriores. Evalúa ciertos segmentos medulares espinales y los nervios del plexo braquial. La respuesta de estos reflejos se evalúa con la siguiente escala: 0 = ausente, 1 + (+) = deprimido, 2 + (++) = normal, 3 + (+++) =

hiperactivo y 4+(++++)= hiperactivo con clonos. Se coloca al animal en recumbencia lateral con los miembros relajados. La depresión o ausencia de un reflejo espinal indica lesión en la porción sensoria de un nervio periférico, las raíces dorsales, los segmentos medulares, las raíces ventrales, la porción motora de un nervio periférico, la placa neuromuscular o de los músculos del arco reflejo específico. La ausencia de un reflejo espinal puede indicar alteración de la neurona motora baja y producir paresis o parálisis flácida.

- Reflejo del bíceps: Este reflejo estará presente, si hay integridad de los segmentos medulares y de las raíces de los nervios C6 a T2 del músculo cutáneo. El reflejo del bíceps puede volverse hiperactivo en las lesiones arriba de C6.
- Reflejo del tríceps. Si hay integridad de los segmentos espinales, de las raíces de los nervios C6 a T2 y del nervio radial, se presentará este reflejo. El reflejo del tríceps puede estar aumentado en lesiones arriba de C7.

Si golpeamos el músculo extensor carporradial con un martillo de percusión, se produce una pequeña extensión del carpo. Esta respuesta disminuye o está ausente en lesiones de segmentos medulares C7 a T2 y de las raíces del nervio radial.

El reflejo flexor o de retirar, se evalúa pellizcando un dedo, y observando cómo flexiona y retira el miembro del estímulo. Esto indica que hay integridad de los segmentos de la médula espinal, de las raíces nerviosas C6 a T2 y de los nervios musculocutáneo, mediano y cubital. El reflejo puede estar presente aunque la médula esté dañada arriba de C6.

A la extensión de un miembro cuando se está evaluando la flexión del otro, se le llama reflejo extensor cruzado e indica lesión arriba de C6.

- Dolor profundo. La pérdida del dolor profundo y el reflejo de retirar el miembro del estímulo, se debe a daño en la porción sensorial de los nervios radial, mediano y cubital o a los segmentos medulares C6 a T2. La pérdida del dolor profundo con el reflejo flexor intacto, indica daño a los tractos medulares ascendentes. El dolor profundo se pierde solamente en daño severo y si continúa ausente por más de 72 horas, el pronóstico es grave.
- Signo de Babinski. Se efectúa golpeando la porción medial y lateral de los huesos del metacarpo con la parte metálica del martillo de percusión. En animales normales, los dedos se flexionan ligeramente en respuesta al golpe. En una respuesta positiva los dedos se extienden. Este signo es más común en lesiones de la neurona motora alta de los miembros posteriores que en las neuronas motoras altas de los miembros anteriores.
- Sensibilidad superficial. Se evalúa pinchando o pellizcando ligeramente la piel con unas pinzas de hemostasis. El pellizcar resulta más útil para detectar hiperestesia y el pinchar la piel es más útil para detectar anestesia.
- La manifestación de dolor en el cuello o el espasmo muscular a la manipulación de éste, indica lesión cervical más que alteración en la sensación superficial.

- Dolor del cuello. Indica una irritación focal de las raíces nerviosas cervicales o de las meninges.
- Atrofia muscular. Indica daño a las raíces nerviosas de los nervios periféricos que inervan dichos músculos.

Evaluación de los miembros posteriores, ano y cola:

Este examen se lleva a cabo de manera similar que el de los miembros anteriores. Se realizan la prueba de carretilla.

- Reacciones posturales. Se levantan los miembros anteriores y uno de los miembros posteriores y se evalúa la capacidad del animal para soportar su peso, en la misma forma que en los miembros anteriores.

Se eleva al perro y se acercan los miembros al borde de la mesa y cuando la toca, deberá colocarlos sobre la mesa. También se eleva del piso tomándolo por la región axial y el tórax y se baja lentamente para observar si extiende ambos miembros y puede soportar su peso.

- Propiocepción. Se evalúa igual que el miembro anterior pero flexionando aquí los metatarsos.
- Fuerza extensora. Se realiza igual que en el miembro torácico, pero aplicando presión en los miembros posteriores.
- Reflejos espinales de los miembros posteriores, del ano, la cola y la vejiga. Con el animal en recumbencia lateral. Los reflejos espinales de estos miembros se gradúan de 0-4+, como los de los miembros anteriores y son normales o exagerados en lesiones anteriores al arco reflejo y deprimidos o ausentes en lesiones que afecten al arco reflejo.

- Se evalúa el reflejo patelar o rotuliano que se localiza en los segmentos medulares y las raíces nerviosas L4 a 5 y el nervio femoral.
- Los músculos tibiales craneales se percuten directamente con el martillo y se precia acortamiento del músculo. Esta respuesta estará deprimida o ausente en trastornos que afecten los segmentos medulares L6 a S2 y a las raíces de los nervios ciático y peroneal, y se acentúan en lesiones arriba de L6.
- El reflejo del gastrocnemio evalúa los segmentos L6 a S2 y a las raíces de los nervios ciático y tibial y se acentúan si el daño es arriba de L6.
- El reflejo flexor y el de retirar el miembro cuando se pincha un dedo evalúa segmentos medulares y raíces nerviosas de L6 a S2.
- La respuesta flexora se evalúa de la misma forma que los miembros anteriores.
- El reflejo anal evalúa segmentos medulares S1 a S3. La palpación de la vejiga también ayuda en la localización de la lesión en segmentos medulares y las raíces de los nervios periféricos S1 a S3 producen una vejiga distendida que gotea orina y se vacía fácilmente.
- Los movimientos de la cola evalúan los nervios Co1 a Co5.
- El dolor profundo, el signo de Babinski se evalúan igual que en miembros anteriores.
- Sensibilidad superficial. La respuesta del pánículo presente, indica que el cordón medular está intacto desde el nivel probado a T2.

- Atrofia muscular. Se revisa igual que en el miembro anterior (9).

BIBLIOGRAFÍA

1. Arenas G. E. M.: **Reducción de las fracturas del tercio proximal del fémur de perros y gatos.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli Edo. de México 1993.
2. Arias C. L., Ramírez F. G. Y. y Santoscoy M. C.: **Fijación externa Esquelética. Memorias del segundo curso teórico práctico de ortopedia en perros y gatos.** Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Octubre 1996. Pág. 33-51. Ed. AMMVEPEN. México 1996.
3. Birchard S. J. : and Sherding R. G.: **Manual clínico de pequeñas especies.** Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. México 1996.
4. Borjab M. J.: **Medicina y cirugía en pequeñas especies.** Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México 1980.
5. Bojrab M. J.: **Curent techniques in small animal surgery.** Ed. Lea and Febiger. Philadelphia London 1990.
6. Bolz W., Dietz O., Schleiter y Teuscher B.: **Tratado de patología quirúrgica especial para veterinarios.** Tomo I. Ed. Acibia. España 1975.
7. Brinker W. O., Piermattei D. L., and Flo G.: **Small animal orthopedics and fracture treatment.** Second edition. Ed. WB Saunders Company U. S. A 1990.

-
8. Clínicas Veterinarias de Norte América.: **Manejo de las fracturas de los miembros en los pequeños animales.** Ed. Hemisferio Sur. S.A. Argentina 1981.
 9. Chrisman S. L.: **Problemas neurológicos en pequeñas especies.** Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México 1986.
 10. Denny H. R.: **Fundamentos de cirugía ortopédica canina.** Ed..Acribia.1980.
 11. Evans H.E. and de Lahunta A.: **Diseción del perro de Miller.** Ed. Mc. Graw-Hill Interamericana. México 1972.
 12. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. **Memorias del tercer curso básico y primer curso avanzado de fijación de fracturas en perros y gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. Agosto 1992.**
 13. González L. C. J.: **Abordajes quirúrgicos.** Memorias del segundo curso teórico-práctico de ortopedia en perros y gatos. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Octubre 1996. Pág. 31,32. Ed. AMMVEPEN. México 1996.
 14. García A. C. y Pérez P. F.: **Patología quirúrgica de los animales domésticos.** Ed. Científico Médica. España 1982.
 15. Hickman J. y Walker R. G.: **Atlas de cirugía veterinaria.** Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V. de México. México 1982.
 16. Hofkins J. D.: **Pediatría veterinaria.** Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. México 1993.
 17. Hulse D. B. S.: **Fracture Biology and Biomechanics.** Memorias del tercer curso básico y primer curso avanzado de fijación de fracturas en perros y gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. Agosto 1992. Pág. 3-18- Ed. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México 1992.

-
18. Humish R.D.. **A Guide to Canine and Feline Orthopedic Surgery.** Third edition. Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford 1993.
 19. Ormond A. N.: **Técnicas quirúrgicas en el perro y el gato.** Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V. de México. México 1966.
 20. Ramírez F. G.I.: **Estructura y función del hueso.** Memorias del segundo curso teórico-práctico de ortopedia en perros y gatos. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Octubre 1996. Pág. 12-29 Ed. AMMVEPEN. México DF. 1996.
 21. Ramírez. F. G.I.: **Fracturas del fémur.** Memorias del segundo curso teórico práctico de ortopedia en perros y gatos. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Octubre 1996. Pág. 56-81. Ed AMMVEPEN. México 1996.
 22. Ramírez F. G.I.: **Reparación ósea.** Tercer curso básico y primer curso avanzado de fijación de fracturas en perros y gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. Agosto 1992. Pág. 20-22. Ed. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México DF. 1992.
 23. Ramírez F. G.I.: **Tratamiento de las fracturas complejas con fijadores.** Memorias del tercer curso básico y primer curso avanzado de fijación de fracturas en perros y gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. Agosto 1992. Pág. 93. Ed Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México D.F. 1992.
 24. Santoscoy M. C.: **Aplicación de tornillos.** Memorias del tercer curso básico y primer curso avanzado de fijación de fracturas en perros y gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. Agosto 1992. Pág. 43-46. Ed. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México D.F. 1992.

-
25. Slatter D. H.: **Texto de cirugía de los pequeños animales**. Vol. III. Ed. Salvat. Barcelona 1989.
 26. Sumner S.G. **Toma de decisiones en cirugía ortopédica de pequeños animales**. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. México 1992.
 27. Tapia M. H.: **Evaluación y manejo prequirúrgico del paciente**. Memorias del tercer curso básico y primer curso de fijación de fracturas en perros y gatos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. Agosto 1992. Pág. 27-29. Ed.. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México DF. 1992.