



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"Cuautitlán"

Reparación de Fracturas en Huesos Largos de Cánidos, con Injerto Semianular Heterólogo Bovino Fijado con Cerclage

T E S I S

Que para obtener el título de :
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a :

ALEJANDRO SUAREZ BENGOA

Director: M.V.Z Fernando Viniegra Rodríguez



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
a) Planteamiento del Problema	1
b) Justificación del Trabajo	4
c) Antecedentes Bibliográficos	7
d) Anatomía y Fisiopatología Osea	14
e) Hipótesis/Objetivo General	30
II. PLAN DE TRABAJO	31
III. MATERIAL Y METODOS	34
IV. RESULTADOS	50
1) Resultados Macroscópicos	53
2) Resultados Histopatológicos	91
3) Biometrías Hemáticas	97
4) Secuencia Radiográfica General	98
V. CONCLUSIONES	108
VI. DISCUSION	113
VII. RECOMENDACIONES	116
VIII. BIBLIOGRAFIA	118

I. INTRODUCCION

a) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un problema importante en la clínica de pequeñas especies, y de alto índice de presentación en animales grandes y pequeños, son las fracturas óseas.

Cierto es que las fracturas, en su mayoría, no causarían la muerte inmediata del paciente, que es siempre nuestra primera consideración; pero sí originan trastornos posteriores que afectarán al animal durante el resto de su vida, si es que dicha fractura no es reducida y fijada en la forma y el momento adecuado (6, 17, 25, 28). Entendemos como reducción a "la colocación de los fragmentos óseos, tan cerca como sea posible en su posición original", y como fijación o inmovilización a "evitar su movilidad durante el proceso de cicatrizado, procurando brindar el más pronto apoyo al miembro fracturado".

Existen una gran variedad de métodos y técnicas para la reparación de fracturas en huesos largos, los cuales varían en la forma de acceso al sitio de fractura, el material o método empleado, el tipo de placa a colocar o la medida de los clavos a insertar (3, 22, 23, 24, 30, 36, 39, 40).

Sin embargo, todas estas técnicas tienen ciertas características comunes, que varían entre uno y otro método:

1. Requieren equipo y material especializado y de elevado costo.
2. El cirujano necesita ser un ortopedista calificado.
3. Se necesita tener una gran variedad de placas o clavos, ya que no es posible su modificación en caso de no contar con la medida exacta.
4. En algunos de los casos, es necesaria otra incisión de la misma magnitud de la primera (con todo lo que esto implica), para la recuperación del material utilizado.
5. El costo del tratamiento es elevado.

Dentro de los métodos de fijación interna, se han empleado además de placas metálicas y clavos intramedulares, materiales orgánicos inertes como el Boplant (31) y el hueso poroso, así como bandas óseas obtenidas de las costillas y muy comúnmente médula ósea roja (11). Además de su empleo en fracturas, estos materiales se han utilizado para el estudio del comportamiento de los injertos (1), de sustitutos óseos (5), -

así como la reacción del huésped a ciertos materiales (10, 23). Afortunadamente se ha logrado por varios métodos evitar reacciones indeseables en el huésped a los implantes (38).

Los resultados de estos estudios han sido variados y algunos contradictorios, pero en todos ellos se deja ver la probabilidad del uso de estos materiales, adecuadamente tratados, en la reducción de fracturas o en sustituciones óseas.

Ahora bien, el tipo de fractura será determinado en cualquier animal de acuerdo a la forma de ésta y al número de fragmentos que contenga (37), sin embargo sabemos, que el mayor número de fracturas ocurren en los huesos largos, y en particular en el hueso fémur (18). Hill (1977) realizó un estudio estadístico de 108 fracturas en gatos, encontrando que el fémur era el más comúnmente afectado, con un porcentaje del 38%, y menciona que Leonard en 1971 encontró un dato semejante en perros (18).

Esto nos reafirma el porqué es apremiante un método práctico para la reparación de fracturas en este tipo de huesos.

b) JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Con lo expuesto en el inciso anterior y con lo que la experiencia nos enseña, vemos que no siempre se nos paga la corrcción de una fractura empleando los métodos de reducción interna comúnmente utilizados, además de que pocos médicos de pequeñas especies cuentan con el equipo necesario para dichas intervenciones. Esto nos ocasiona que la férula de yeso sea - aplicada en todo tipo de fractura, lo cual no es recomendable, debido a las atrofas a que conduce.

En este trabajo, se pretende desarrollar un método de - corrección de fracturas de huesos largos, por fijación interna con heteroinjerto, que tenga las siguientes características:

1. Que no requiera equipo especializado y de alto costo.
2. Que cualquier Médico Veterinario sea capaz de corregir una fractura con este método.
3. Que el material que se emplea para la fijación, sea - en cierto grado modificable en el momento de la operación.
4. Que no requiera de otra operación para la recupera-ción del material empleado.
5. Que el animal no requiera una observación intensiva.
6. Que el costo del tratamiento esté al alcance de cualquier persona.

Este método pretende hacer accesible a todos los Médi--cos Veterinarios de pequeñas especies, la cirugía ortopédica,-

para que estén en posición de corregir fracturas de huesos largos, sin la necesidad de costosos equipos o de un intenso - - adiestramiento en la materia. Así mismo, se pretende reducir el costo de dichas intervenciones, para que toda persona que posea un animal que sufra una fractura, esté en posibilidad de pagar su tratamiento.

Pretendemos que este método tenga una acción triple en el miembro fracturado:

1. Fijar el hueso fracturado. Condición indispensable para que se lleve a cabo una correcta reparación (3).
2. Que dicho implante actúe como puente osteogénico reforzando el sitio de fractura (19).
3. Dar apoyo al miembro y la inmediata locomoción del animal.

Este método observa y aprovecha dos importantes factores en la reparación de fracturas:

- 1) No interfiere en la circulación medular -como lo hacen los clavos intramedulares-, que es la fuente principal de irrigación del hueso e importante factor osteogénico del mismo (6, 8, 28).
- 2) Facilitando la pronta ambulación del paciente, evitamos la atrofia muscular y el anquilosamiento articular, además de proveer de una "tensión natural" al sitio de fractura.

Se pretende que el implante de la suficiente firmeza para que el animal pueda caminar cuanto antes y ejercite sus músculos.

No se pretende de ninguna manera, que éste sea el único método para la fijación interna de fracturas en huesos largos. Es únicamente un método más, que debiera tomarse en cuenta en la elección de la técnica a emplear, de acuerdo a las características que presente la fractura a reparar.

c) ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

La literatura existente sobre transplatación ósea y reparación de fracturas, es actualmente tan voluminosa, que es difícil cualquier intento de aumentarla constructivamente. Mucha de esta literatura intenta comparar técnicas las cuales no son estrictamente comparables (3, 4, 7, 9, 22, 24, 39). Otros exaltan las virtudes del resultado clínico de ciertos casos, - excluyendo investigaciones de laboratorio (3, 6, 9, 22, 24, -- 39), o se concentran exclusivamente en el trabajo experimental, el cual será difícil de aplicar clínicamente (2, 5, 11, 27, -- 34).

Existen también una gran variedad de métodos para la reparación de fracturas (3, 9, 13, 22, 24, 36, 39), muchos de -- ellos de gran aplicación clínica práctica, pero también algunos sofisticados y difíciles de realizar sin equipo especializado.

En el presente trabajo se pretende eleborar un nuevo método para la reparación de fracturas de huesos largos, por lo que es necesario hacer una breve revisión de los principios básicos de la fisiología (14, 37) y del trasplante óseo (7, 15, - 17, 19, 31, 32).

El primer injerto de hueso del que se tienen reportes - fue hecho por Meekren en 1682, aunque el comienzo real de esta técnica ocurrió con Merrem en 1810, P. Von Writher en 1820 y - Macewen en 1878 (8).

Los injertos de hueso se emplean para provocar la unión de fracturas, fusión de articulaciones o reparación de defectos esqueléticos. Mucho se ha discutido sobre el tipo de hueso a emplear en determinada situación, por lo que es necesario aclarar que el hueso esponjoso se usa básicamente para rellenar defectos pequeños, en tanto que los segmentos de hueso cortical se emplean como elementos de refuerzo (8, 19). Ham (15) menciona que el papel principal de un injerto de hueso compacto es estimular la osteogénesis del hueso del huésped al cual se une, y proporcionar un puente que a su debido tiempo será sustituido por hueso nuevo que forma el huésped.

Cabe aclarar, que el término "injerto", es empleado en este trabajo como lo definiera Stedman: "cualquier cosa insertada dentro de otra, que posteriormente será parte integral de la misma" (4).

Albrektsson (1978), observó por medio de una técnica muy sofisticada, la microcirculación en un heteroinjerto de corteza. Encontró, entre otras cosas, que la revascularización de éste no se iniciaba sino hasta el 4° ó 5° día de implantado, y además no había reutilización de vasos sanguíneos pre-existentes en el injerto, por lo que no es necesaria la conservación de éstos para la aceptación del injerto por el organismo (2). Por otro lado, Burchardt (1978), menciona que dicha revascularización se realiza hasta el 6° día. De cualquier forma, esto demuestra que la diferenciación histológica más manifiesta entre un injerto de hueso compacto y uno esponjoso, -

es que este último se revasculariza con mayor rapidez (8), ya que hasta la esteogénesis es similar entre estos dos (11).

Esta diferencia en el tiempo de revascularización es debido a la estructura de la corteza ósea (15), y nos conduce a un mayor tiempo de permanencia del hueso cortical en la zona. Además la remodelación de los fragmentos corticales la empiezan los osteoclastos, mientras que en el hueso poroso son los osteoblastos (8), y como la resorción se lleva a cabo en las superficies externas del injerto y en las superficies internas de los canales de Havers (15), y esta última no es posible sino hasta que la revascularización es iniciada, necesariamente el injerto tendrá que ser primeramente remodelado por fuera, lo que nuevamente ocasionará mayor tiempo de permanencia del injerto en la zona.

Esta lenta resorción no sólo nos es benéfica, sino que fue intencionalmente buscada para aprovechar las propiedades mecánicas de resistencia del hueso cortical (4), ya que con la ayuda de éste, favorecemos el pronto apoyo del miembro fracturado (6), evitando problemas tan graves y comunes como la atrofia ósea por desuso originada por largos períodos de inmovilización (15, 17). Este aspecto es enunciado como la Ley de Wolff, la cual nos dice que "la arquitectura interna y la forma externa de un hueso, guardan realación con su función y cambian cuando ésta se modifica". Además no sólo hay probabilidad de atrofia ósea, también es común la atrofia muscular y el anquilosamiento articular (25). En fracturas de fémur mal tra

tadas, es común observar atrofia fibrosa del cuádriceps (6).

Por otro lado, Braden (1973), en una evaluación biomecánica del cicatrizado óseo en perros, utilizando diferentes métodos de reparación de fracturas, demuestra poca efectividad en el uso de placas de tensión (7). Esto lo atribuye a una "tensión de protección" de la placa, ya que ésta asimila toda la tensión ejercida por la fuerza muscular y la gravedad sobre el miembro, provocando en el sitio de fractura una atrofia por desuso (7). Esta teoría se ve apoyada por Manzianno (1970), que nos dice que tanto la compresión excesiva como la falta de ésta, serán factores de retardo en la cicatrización (22). Es por esto que en la reparación de cualquier fractura, se debe intentar que la presión sea de tipo natural, siendo fácil de lograr con el pronto apoyo del miembro.

Manzianno también nos habla de la importancia de mantener un adecuado flujo sanguíneo en el sitio de fractura, flujo que se ve interrumpido severamente por la aplicación de clavos intramedulares (6, 7), y más aún si éstos se aplican en combinación con un cerclage (28).

El problema de la falta de irrigación, junto con la insuficiente inmovilidad, son las dos principales causas del fracaso en la reparación de fracturas (3, 8), sin embargo se deben considerar también, causas como sensibilidad al metal en algunos pacientes (10), infecciones, interposición de tejidos blandos, tratamiento inadecuado o el excesivo tiempo de inmovilización (17).

Ahora bien, para lograr en la reducción de una fractura las óptimas condiciones para el cicatrizado, podemos ayudarnos con la aplicación de un injerto, como mencionamos antes, de tipo cortical. En la mayoría de los casos, el autoinjerto sería el método a escoger, sin embargo algunas desventajas limitan su uso, como una segunda incisión con sus inevitables tra^urnos, la cantidad de hueso es limitada y se aumenta el riesgo de infección, fractura o deformidad, dependiendo de la situación del área donadora (38). Es por esto, que la tendencia a la utilización del hueso heterólogo va en aumento, e incluso autores como Ray y Holloway (32), lo han llegado a considerar como el mejor sustituto del hueso autólogo fresco. Mas sin embargo, existen también ciertas limitantes en el uso del hetero^uinjerto, como son su obtención, almacenamiento y antigenicidad.

Para la disponibilidad adecuada de los heteroinjertos, se crearon los bancos de hueso. El primer banco de huesos fue realizado en 1949 en el Real Hospital Ortopédico Nacional, en Inglaterra (21). Es importante observar que en dichos bancos no se emplean huesos de donadores que hayan padecido Hepatitis, Gangrena, Septicemias, Tuberculosis, Sífilis o Cáncer. La obtención del hueso cadavérico cortical, se realiza sin precauciones estériles, posteriormente es tratado y almacenado en recipientes estériles al vacío o en recipientes estériles con soluciones de antibióticos (21).

En cuanto a la antigenicidad se refiere, y en específico del hueso cortical bovino, ya ha sido estudiada y valorada.

por varios autores (26, 34, 37), y sus conclusiones han sido - en general concordantes. Millonig (1962), reporta la presencia de antígenos en hueso bovino sin relación con su contenido de células rojas, y menciona que pueden ser leucocitos, vasos-sanguíneos o nervios presentes en el tejido óseo. Sin embargo concluye que la mayor antigenicidad es debida a su contenido - en glóbulos rojos y suero (26).

Sabemos que esta capacidad antigénica, es el principal-problema para la aceptación de un injerto por el huésped. Sin-embargo se ha logrado disminuir y hasta eliminar por varios métodos (35), y uno de ellos es la ebullición abierta (38). Esta técnica consiste en una ebullición inicial de dos horas, la remoción de los tejidos suaves restantes, una segunda ebullición por 30 minutos y el almacenamiento en recipientes estériles. - El hecho por el cual el hueso resulta antigénicamente inerte - es incierto, mas se piensa que está relacionado con la alteración de los antígenos "T" por el calentamiento a más de 50° C- (38). Además, Holmstrand (1957), piensa que el calentamiento - de los minerales óseos aumenta el tamaño de los cristales, con lo que la resorción del implante es retardada (19). Se ha estudiado también la farmacoterapia inmunosupresora en aloinjertos de corteza ósea. Al emplear Azotiaprina, se logró que un 50%- de los aloinjertos quedaran incorporados al huésped de forma - semejante a como lo haría un autoinjerto (8).

Hurlley (1960), hizo una clasificación de los diferentes tipos de injerto, y colocó al hueso hervido en el último lugar de cuatro tipos de injertos estudiados. Este hecho es com---

previsible, ya que la clasificación se hizo mediante la comparación de los potenciales osteogénicos de los injertos, resultando el hueso hervido como el de menor capacidad (19).

Se ha demostrado que la médula ósea es el principal factor osteogénico del hueso (8, 11), y ya que el hueso cortical está completamente libre de ésta después del hervido, no tendrá la capacidad de estimular fuertemente la osteogénesis, sin embargo su cualidad de servir como plantilla histológica en la formación del nuevo hueso por el huésped, es mencionada por -- Hurlley (19).

Mas sin embargo no todo es favorable en un heteroinjerto. Se deberá tomar en cuenta que para la aceptación de un heteroinjerto cortical, éste debe ser aplicado en una superficie de hueso grande y viva. Además deberá estar libre de cualquier infección, pues ésta evitará la aceptación del hueso por el -- huésped (19).

d) ANATOMIA Y FISIOPATOLOGIA OSEA

El estudio y tratamiento de las afecciones y lesiones del aparato locomotor, constituyen el objetivo de la Ortopedia y la Traumatología.

Para poder cultivar dicha ciencia, deben tenerse conocimientos sobre anatomía, fisiología y patología del hueso, pues éste no es un órgano inerte, es un tejido vivo, integrado por diferentes elementos que están en relación con sus funciones mecánica y hematopoyética, las que a su vez son interdependientes de factores humorales, metabólicos, endócrinos, etc.

Se justifica así, un breve recordatorio sobre aspectos básicos de la anatomía, histología, fisiología y endocrinología del hueso, a fin de facilitar la comprensión del estudio realizado.

ANATOMIA E HISTOLOGIA.

El hueso está constituido por tejidos de origen mesenquimatoso conjuntival. Es un soporte duro formado por sales inorgánicas depositadas en una estructura de material proteínico, con un contenido y envoltura de tejidos blandos, estando allí su porción nutricia y vital (15, 20).

Al cortar un hueso largo, transversalmente por la diáfisis, observaremos de afuera hacia adentro; una capa semiblanda de alrededor de un milímetro de espesor, adherida a la porción dura del órgano, y que al desprenderse deja en ese lugar un --

puntillado de sangre, prueba de su unión vascular al hueso. - Esta membrana es el periostio. En el centro del corte se apreciaba la médula ósea, blanda y depresible. Entre ésta y el periostio, se encuentra el tejido óseo propiamente dicho. El endostio es una membrana celular que reviste la cavidad medular del hueso y todos los conductos del mismo. Está formado de células osteógenas que pueden transformarse en osteoblastos activos cuando es necesario (15).

Macroscópicamente se observan dos partes diferentes en el hueso: hacia afuera la superficie es lisa y uniforme, llamada capa compacta o corteza. La porción interna en contacto con la médula ósea, es más rugosa, con orificios amplios, y es llamada capa esponjosa.

En el perro, la compacta es gruesa y resistente, la esponjosa de muy poco espesor, el canal medular muy amplio y el periostio muy tenue y delicado (13).

En la epífisis de los huesos largos, el periostio es reemplazado por cartílago articular de tipo hialino. En esta zona, todo el hueso es esponjoso y la médula ósea se encuentra entre las amplias mallas formadas por las láminas óseas.

Entre diáfisis y epífisis, se encontrará la metáfisis, que es el llamado cartílago conjugal o de crecimiento.

En los huesos cortos existe periostio y cortical más delgados, que envuelven una gran cantidad de tejido esponjoso. Los huesos planos constan de dos grandes capas compactas cu---

biertas por periostio, y entre ellas un tejido denominado "di-
 ploë", que es esponjoso y estrecho. En los huesos cortos y pla-
 nos no existe el canal medular (15).

El periostio estará ausente en las epífisis, en inser-
 ciones musculares o tendinosas y a nivel de agujero nutricio.-
 En el periostio existen histológicamente dos capas: a) hacia --
 afuera un tejido conjuntivo fibroso; es una capa de sostén y -
 es llamada adventicia; b) hacia adentro una capa de tejido con-
 juntivo laxo; esta capa es de tipo osteógena y es la responsa-
 ble del crecimiento de los huesos en grosor. El periostio es-
 tá vinculado al hueso por pequeños vasos, que a menudo se acom-
 pañan de fibras elásticas y conjuntivas largas llamadas de - -
 Sharpey, las que pueden provenir de tendones, ligamentos o apo-
 neurosis. (15).

El tejido óseo compacto, muestra numerosos canales de -
 Havers rodeados por un conjunto de laminillas concéntricas, en
 las que existen unas pequeñas cavidades llamadas osteoplastos-
 y en cuyo interior se encuentra el osteocito, el cual se une -
 con el osteocito vecino por medio de numerosas prolongaciones.

El canal de Havers, sus laminillas concéntricas, los os-
 teoplastos y osteocitos, forman un sistema de Havers u Osteón.
 Como la forma del Osteón es cilíndrica, al ponerse en contacto
 éste con otros vecinos se dejan espacios que son ocupados por
 laminillas no circulares. Otros pequeños conductillos trans-
 versales sin sistemas concéntricos, son los de Volkman y por -
 ellos pasan los vasos perforantes de la periferia del hueso. -

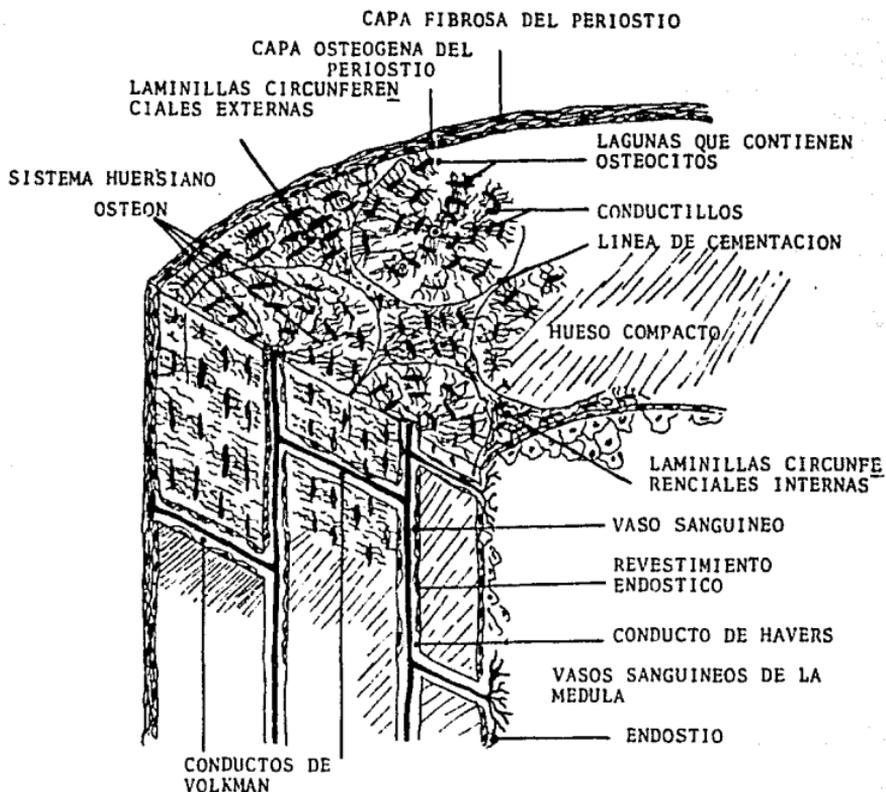
Existen También en la parte más externa y en la más interna de la capa compacta, laminillas dispuestas concéntricamente al -- eje mismo del hueso, con osteocitos y osteoplastos propios pero sin configurar Osteones. Son las llamadas capas Circunferencial o Concéntrica externa o interna respectivamente. (15).

El hueso esponjoso no presenta esta conformación, sólo se observan laminillas y osteocitos paralelos a la dirección de la trabécula.

Tanto el canal medular, los canales de Havers y las mallas de hueso esponjoso, están ocupados por tejidos blandos, - La médula ósea es un armazón de tejido conjuntivo laxo, con células grasas, elementos del retículo endotelio y elementos figurados de la sangre, así como nervios, y vasos sanguíneos y linfáticos (15).

Aunque los canales de Havers contengan tejidos blandos, predomina la red vascular, al igual que en los canales de Volkmann. Estos vasos son delgados y de tipo embrionario, facilitando con ello el intercambio humoral con el tejido óseo.

La irrigación primordial de los huesos largos, proviene de la arteria nutricia, que al penetrar al hueso se divide en dos ramas, una hacia cada lado, llegando en animales jóvenes al disco metafisiario o a la epífisis en adultos. También proporciona irrigación al periostio, el que a su vez recibe el flujo sanguíneo de una ramificación de la arteria nutricia. Otra fuente de irrigación, son las pequeñas arteriolas prove-



CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LA DIAFISIS DE UN HUESO LARGO

nientes de los músculos insertados en él. Los vasos del periostio sólo conservan la vida de la mitad externa de la corteza del hueso, la arteria nutricia asegurará los dos tercios interiores de ésta y la médula. La epifisis se irriga por vasos capsulares o por sistemas especiales. En jóvenes esta irrigación se detiene en el disco metafisiario, pero en adultos se continúa hasta anastomosarse con la circulación diafisiaria. En los huesos planos, la irrigación es por sistemas nutricios y perióstica. En los cortos sólo es perióstica.

FISIOLOGIA OSEA

1. Osificación

Existen tres tipos: a) Endocondral; b) Perióstica; c) Membranosa.

a) Endocondral.- Se lleva a cabo en huesos largos y cortos. En un molde inicial cartilaginoso, los condrocitos se disponen en hileras o columnas, aplanándose cada vez más y rodeados de una delgada cápsula. Las células cartilaginosas se agrandan y calcifican provisionalmente, adquiriendo una resistencia entre hueso y cartílago. El tejido conjuntivo embrionario allí presente, abre las células cartilaginosas originando espacios y conductillos irregulares. Después de esto, forman una pared de osteoblastos sobre dichos espacios, transformándose después en osteocitos, o sea, tejido óseo. La constante aposición de paredes óseas y el consecuente estrechamiento de la luz del conductillo inicial, dan por resultado la forma fi-

nal del sistema de Havers. (15).

En el hueso adulto aparece otro elemento celular que es el osteoclasto, encargado de remodelar y destruir parcialmente cada trabécula. Se ha demostrado que los osteoclastos fagocitan y digieren partículas óseas, pero este proceso no es el -- único medio de resorción del hueso, ni el más importante; se -- piensa que es más importante la secreción de fermentos o áci-- dos por los osteoclastos, los que digieren o disuelven la ma-- triz ósea. (15).

b) Perióstica.- Es debida a la capa interna del periostio, muy vascular y celular, en la que elementos mesenquimatosos se van transformando en osteoblastos. (14).

c) Membranosa.- Clásica en los huesos planos del cráneo. Las células mesenquimatosas tienen prolongaciones que las unen entre sí, ayudadas por colágena y sustancia ósea intersticial. En esta última las trabéculas delgadas se engruesan y ensanchan formando mallas donde las células se tornan en osteoblastos. - Poco a poco la sustancia intersticial se calcifica y las células se transforman en osteocitos. (14).

2. Metabolismo óseo

En el hueso íntegro, el 60% en sustancia orgánica y el 40% es inorgánica; ahora, que eliminando las partes blandas y considerando únicamente el hueso como tal, el 60% son sales -- inorgánicas y el 40% sales orgánicas. (20).

La matriz orgánica del hueso es el material donde se depositan las sales inorgánicas y representa casi las tres cuartas partes del hueso. Está formada por protefna, además enzimas, carbohidratos y pequeñas cantidades de lípidos. (15, 20).

Las protefnas de la matriz forman fibras colágenas compuestas por glicina, prolina e hidroxiprolina, hidroxilisina y aminoácidos. Además material interfibrilar formado por cistina y triptófano. El carbohidrato del hueso es un polisacárido relacionado con el condroitfn sulfúrico. (15, 20).

Los cristales del hueso miden 50 A de ancho y 500 a - - 1 000 A de largo y pertenecen al grupo general de las hidroxia patitas.

El concepto general sobre la composición ósea es, que - existe una porción celular y una de sostén. La celular ya fue descrita.

La porción de sostén está constituída por: a) sustancia fundamental que rodea a los osteocitos, compuesta en forma coloidal, gelatinosa, amorfa y coloreable con hematoxilina y eosina; y b) fibras delgadas de colágena, dispuestas regularmente y de estructura granulosa (15, 20).

Ahora bien, para que el calcio precipite en la trama -- preósea, se necesita de varios factores: -la existencia de material fosfo-cálcico; - acción osteoblástica y enzimática específica; -ph óptimo; - acción glandular y vitamínica (14).

- El nivel corporal del material fosfo-cálcico es mantenido por el organismo mediante la acción glandular; además debe conservarse una relación fija entre dichos materiales.

- Las enzimas específicas producidas por los osteoblastos son dos: la fosfatasa alcalina y la fosforilasa. Aquella tiene un papel primordial en la osteogénesis durante la etapa de calcificación. El aumento de esta enzima en sangre, -registrable en unidades Bodansky-, es índice seguro de gran actividad osteoblástica del tejido óseo.

- El ph óptimo para la vida y formación ósea es el alcalino, equivalente a 9.3. Cuando el ph baja, el hueso pierde calcio (osteoporosis).

- La acción glandular está ampliamente demostrada por la experimentación, la clínica y el laboratorio. Son la mayoría de las glándulas las que tienen acción directa o indirecta sobre el hueso, por lo cual nos concretaremos simplemente a --mencionar este hecho. Es también importante, la acción de vitaminas como la A y la D en el metabolismo óseo.

3. El esqueleto como reserva.

Debido a que posee el 90% del calcio de todo el cuerpo, se transforma en la fuente obligada cuando por alguna causa se necesita un mayor aporte humoral. En estados patológicos, como el hiperparatiroidismo, el calcio puede ser movilizado en exceso, originando graves hipercalcemias, y una osteoporosis en todos los huesos del organismo. El hueso guarda también la ma-

por parte del fósforo orgánico en estado de fosfato (14, 20).

4. La médula ósea.

Otras tres funciones del hueso como órgano son: a) su retículo endotelio está relacionado directamente con los sistemas de defensa del organismo; b) su función hematopoyética de la médula ósea roja; y c) la proteinogénesis que es consecuencia de las anteriores funciones (14).

5. Biomecánica.

El esqueleto es un elemento de sostén por excelencia, y forma parte primordial del aparato locomotor, además de proteger a las vísceras vecinas o colaterales. Esta función mecánica se evidencia en la capa compacta, encargada de resistir las presiones, en tanto que la capa esponjosa dispersa las fuerzas originadas por el peso corporal (14).

El hueso para su equilibrio vital, necesita de dos cualidades físicas: la presión y la tracción. La alteración de estos factores, como inmovilizaciones o posiciones horizontales por largo tiempo, nos provocan fracturas patológicas u osteoporosis, y la explicación de ésto se encuentra comprendido en la ley de Wolff, que ya fue anteriormente mencionada. La actividad física mantiene al esqueleto dentro del marco fisiológico. Según cambien la presión y la tracción, cambiará la dirección de las trabéculas. En las fracturas de marcha, la tracción va más allá de lo fisiológico y tolerable para ese hueso. Cuando la presión es perpendicular al eje del hueso, -

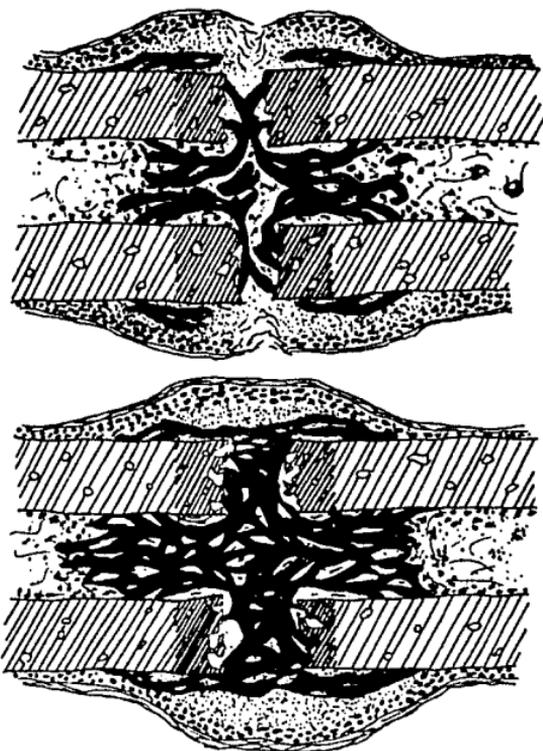
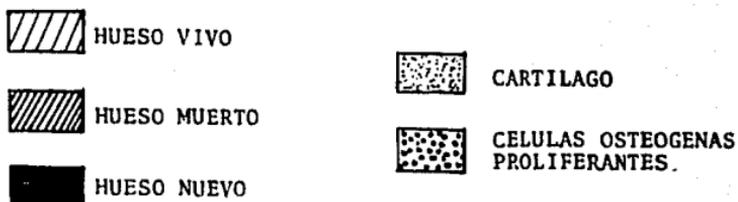
prevalece la destrucción sobre la neoformación; como ejemplo - tenemos un aneurisma de la aorta abdominal, excavando un cuerpo vertebral (14).

FISIOPATOLOGIA

Existen varios mecanismos óseos que únicamente se activan en situaciones patológicas. La respuesta del organismo a estos trastornos, dependerá tanto de la etiología como de la magnitud del mismo. Estos mecanismos pueden ser englobados en cinco grandes grupos:

a) Callo óseo.- Cuando el hueso se fractura, es reparado por medio de una cicatriz, que es conocida como callo óseo. Su formación no puede ser enmarcada dentro del crecimiento endocondral antes mencionado, pero podemos sintetizarlo de la siguiente manera:

- I) Se produce un hematoma en el sitio de fractura, coagulándose la sangre y posteriormente se organiza en base a tejido conjuntivo del periostio, los conductillos óseos y el endostio.
- II) Después del cuarto día, el tejido se diferencia apareciendo la célula de tipo fibrocartilaginosa que forma una matriz conjuntiva y condral que se empieza a calcificar. En ese momento, en los extremos óseos, crecen vasos de neoformación que inician la aposición calcárea. En toda la zona se observan signos de osificación y el reemplazo progresivo del tejido origi-



Collares periósticos que se forman en la reparación de una fractura, los cuales se acercan uno al otro hasta unirse. Se muestra también la formación de un callo interno y uno externo fijados a los fragmentos originales.

nal por hueso. Esto ocurre entre el sexto día y la tercera semana.

III) En la cuarta semana se modela la cavidad medular y hacia el mes y medio ya adquiere su amplitud normal. Al mismo tiempo los extremos del hueso se necrosan y reabsorben hasta ser reemplazados y luego remodelados.

IV) En la periferia existe un exceso de tejido óseo nuevo (virola externa), a veces hasta por varios meses, hasta que por un proceso de remodelación adquiere su forma y tamaño normales. (14, 37).

En ocasiones patológicas, el callo óseo tarda varios meses en formarse o nunca lo logra. En el primer caso se llama retardo de la consolidación. Si por cualquier causa la fractura no se consolida más se dice que hay una pseudoartrosis, interponiéndose entre ambos cabos un tejido resistente de tipo conjuntivo colágeno.

b) Osteoporosis, osteomalacia, halistéresis.- Aunque hoy en día es negado por algunos especialistas, el fenómeno de la halistéresis es la eliminación de los minerales, principalmente fosfocálcicos, de la trama ósea.

La osteoporosis se caracteriza por el adelgazamiento de las trabéculas dejando espacios anormalmente amplios. Sin embargo la proporción de los minerales en la trabécula se mantiene constante. Al perder el hueso el 30% del calcio, la osteoporosis será evidente radiográficamente. Cuando la osteoporo-

sis es localizada se conoce como osteolisis.

La osteomalacia es debida a poco material fosfocálcico y se manifiesta porque el hueso es blando y maleable. Las trabéculas aparecen del mismo tamaño y grosor, pero es debido a la existencia de gran cantidad de tejido conjuntivo. (14, 37).

c) Osificación, calcificación.- Previa a la osificación siempre existirá un proceso endocondral o membranoso. - - Existen situaciones patológicas en las que hay osificación heterotópica sobre un manto de tejido conjuntivo de neoformación. Esto es lo que ocurre en ciertos hematomas, abscesos osifluentes de la tuberculosis osteoarticular, en la bolsa serosa subacromial por fractura o desprendimiento de fibras musculares tendinosas o por micropolitraumatismo (14, 37).

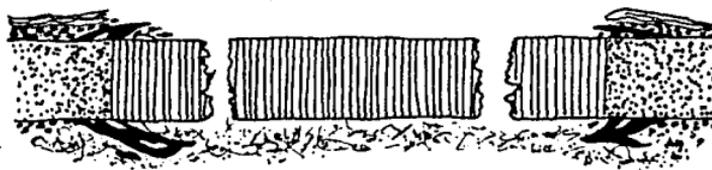
d) Epifisiodesis espontánea.- Es el proceso que se realiza cuando por causas glandulares hay retardo en la desaparición del cartílago conjugal (gigantismo), o bien la osificación anticipada del mismo (pubertad precoz), (14, 37).

e) Necrosis, secuestro.- Cuando muere un sector de hueso, entra en lenta reabsorción, ocurriendo la halistéresis y la fagocitosis por osteoclastos. El segmento muerto es rodeado por tejido conjuntivo vascular, que lo aísla de la zona inmediata sana. El resultado de la necrobiosis en bloque de un segmento óseo, se llama secuestro.

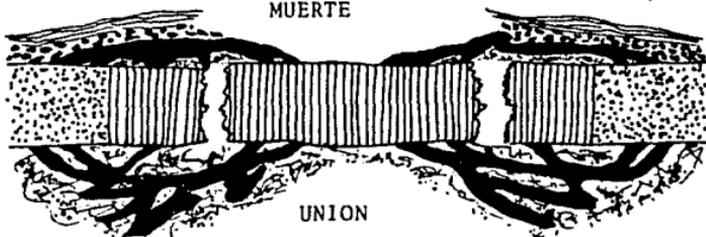
El injerto óseo es un ejemplo muy clásico de secuestro óseo. Al poner en contacto con hueso vivo, un trozo de hueso-

libre despojado de todo pedículo alimenticio, aunque sea autógeno y recién obtenido, muere y es rodeado por el huésped de la misma manera que se describió para el hueso necrosado. Posteriormente el hueso huésped, penetra y horada el injerto, y lo rehabilita hasta incorporarlo a su propia anatomía (14, 37).

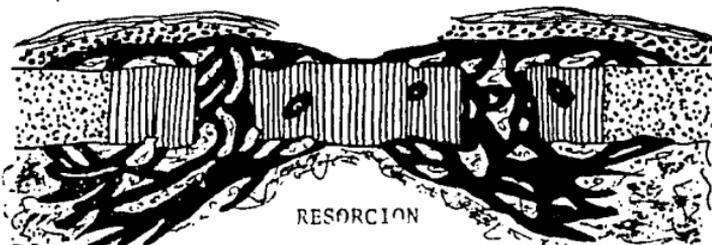
HISTORIA DE UN INJERTO DE HUESO DENSO



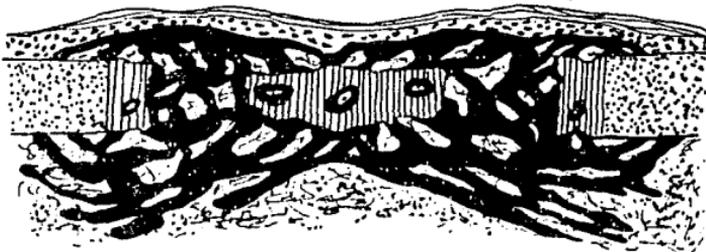
MUERTE



UNION



RESORCION



SUSTITUCION

e) HIPOTESIS / OBJETIVO GENERAL.

Una vez planteados los problemas a los que se enfrenta el Médico Veterinario de pequeñas especies en la reducción de fracturas, y con base en la breve revisión hecha sobre la ortopedia e injertos, así como sobre conocimientos generales de la fisiología ósea se propone la siguiente hipótesis:

"El injerto heterólogo bovino, colocado en bandas semiaunulares alrededor de la línea de fractura, no provocará reacción alguna de rechazo; no interferirá en la formación del callo óseo, sino por el contrario formará parte de él, funcionando como plantilla de formación ósea; su remodelación será lenta, permaneciendo por un largo período en el sitio colocado, dando mayor resistencia al miembro; al inicio de la cicatrización favorecerá la pronta ambulación del paciente y no alterará la función del miembro".

II. PLAN DE TRABAJO

Podemos explicar nuestro trabajo, en forma sintetizada, como la "corrección de fracturas, realizadas quirúrgicamente, por medio de la aplicación de bandas óseas semianulares de hueso bovino, alrededor de la línea de fractura, fijándolas con cerclajes de alambre quirúrgico de acero inoxidable"; y lo dividimos en tres etapas:

- a) Creación de un banco de huesos.
- b) Cirugía y observación.
- c) Evaluación de resultados.

La primera etapa consistirá en la elaboración de un pequeño banco de huesos, donde contemos con injertos de varias medidas, para los diferentes diámetros de los huesos a intervenir. Ya que el peso de los sujetos que se emplearán, fluctuará entre 15 y 30 kg., las variaciones en el grosor de los diferentes fémures será mínima, por lo que los injertos se realizarán de 1 a 1.5 cm. de diámetro interno.

En la segunda etapa, operaremos un total de 20 cánidos, dos por semana. Al terminar este período de trabajo quirúrgico, se aplicará la eutanasia general, resultándonos dos animales de 10 semanas de operados, dos de 9, dos de 8, y así en forma sucesiva decreciente. Además, con este procedimiento, tendremos la oportunidad de observar a los sujetos en los diferentes estadios de la cicatrización. Estos estarán numerados del 1 al 20 y subdivididos en 10 grupos, los cuales corresponderán al tiempo que haya transcurrido desde su cirugía. (Ver Cuadro N° 1).

Para llevar un control de posibles infecciones subclínicas, osteoporosis o problemas de rechazo, se tomarán muestras sanguíneas al azar, y se les practicarán biometrías hemáticas.

Obtenidos los huesos, procederemos con la tercera etapa, la evaluación de muestras. Esta será de tipo macroscópica y microscópica o histopatológica y su desarrollo se enuncia más adelante.

CUADRO N° 1

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X
Sujeto 1	+	-----									10
Sujeto 2	+	-----									10
Sujeto 3			+	-----							9
Sujeto 4			+	-----							9
Sujeto 5					+	-----					8
Sujeto 6					+	-----					8
Sujeto 7							+	-----			7
Sujeto 8							+	-----			7
Sujeto 9											6
Sujeto 10											6
Sujeto 11											5
Sujeto 12											5
Sujeto 13											4
Sujeto 14											4
Sujeto 15											3
Sujeto 16											3
Sujeto 17											2
Sujeto 18											2
Sujeto 19											1
Sujeto 20											1
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

+ Cirugía

----- Observación

! Sacrificio

X N° de Grupo y tiempo transcurrido desde la cirugía (semanas).

III. MATERIAL Y METODOS

Se trabajó en los quirófanos instalados en el Campo N° 4 de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Cuautitlán, pertenecientes al Departamento de Cirugía de la misma. El instrumental y equipo quirúrgico empleado, es el existente en dichos quirófanos.

Los animales fueron obtenidos del Centro Antirrábico -- del Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México. Se eligieron adultos mestizos y machos de preferencia (para un mejor manejo en grupo), con aparente buen estado de salud y que por su temperamento se prestaran al manejo.

La alimentación proporcionada se basó en alimento concentrado comercial y decomiso del rastro de aves.

El hueso empleado en la realización de los injertos, se obtuvo en los expendios comerciales de carne, debido a la nece

saria elección de aquellos cuyo diámetro del canal medular fuera apropiado a nuestros fines.

MATERIAL

Material Biológico

1. Hueso: Se trabajó con hueso de tipo compacto, proveniente de la capa cortical de los metacarpos y metatarsos del bovino (el llamado tuétano). Este hueso fue trabajado hasta darle una forma "semianular", con un espesor aproximado de 2 a 3 mm., una longitud de 4 a 6 cm., y un diámetro interno de 1 a 1.5 cm. En la superficie externa se realizaron tres ranuras transversales, separadas 1.5 cm. una de otra, sobre las cuales fueron colocados los cerclages al momento de la cirugía (Foto N° 1).
2. Cánidos: Se emplearon 20 sujetos, elegidos al azar. Fueron sometidos a un examen médico general, desparasitados y vacunados contra la rabia. El peso osciló entre 15 y 30 kg.

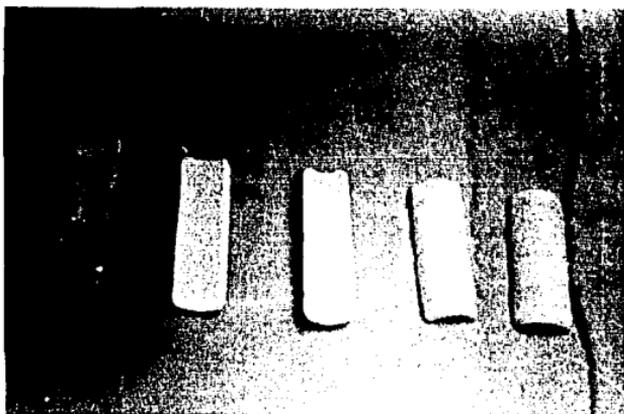


Foto N° 1 Injertos listos para implantarse.

Material no biológico

1. Instrumental (Foto N° 2)

De Cirugía General:

- a) De diaeresis: Bisturí de hoja cambiable con mango del -
N° 4.
Hojas de los Números. 20, 21, 22 y -23.
Tijeras de Mayo de 17 cm. rectas y curvas.
Tijeras de punta aguda.
Tijeras de punta roma.
- b) De hemostasia: Pinzas de Kelly rectas y curvas de 14 cm.
Pinzas de Pean rectas y curvas de 16 cm.
Pinzas de Halsted.
- c) De disección: Pinzas de disección de 14.5 cm.
Pinzas de Kocher rectas y curvas de 14 y
16 cm.
Sonda acanalada de 15 cm.
Separadores de Farabeuf de 10 y 15 cm.
- d) De sutura: Porta-agujas Mayo Hegar de 18 cm.
Pinzas de diente de ratón de 14 cm.
Agujas semicurvas de ojo automático de --
los Números. 9, 10, 11 y 12.
Catgut crómico con aguja atraumática del
N° 0.
Seda trenzada blanca no capilar, sin agu-
ja, del 0 ó 1.

De Cirugía Especial:

Sierra de Charriere.

Pinzas de Allis.

Legra.

Sierra de Gigli.

Tensor de alambre quirúrgico (Foto N° 3)

Alambre quirúrgico del N° 2.

Equipo de carpintería (Escofina, formón, segueta, taladro, tornillo de banco).

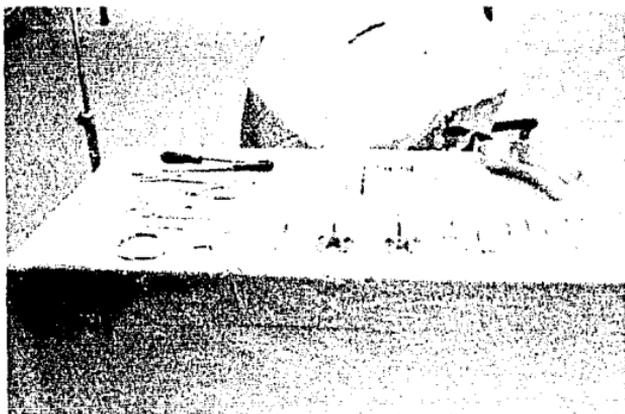


Foto N° 2

3. Material de Curaciones:

Torundas de gasa.

Torundas de algodón.

Tela adhesiva.

Líquido de Forge.

Azul de metileno.

Agua oxigenada.

Agujas hipodérmicas de los Núms. 20, 21 y 22, de 3 cm.

Jeringas desechables de 5 y 10 ml.

Aparato de venoclisis.



Foto N° 3

METODOS

1. Preparación y realización del injerto:

Como ya se mencionó, se trabajaron secciones de metacarpo y metatarso bovino. Fueron limpiadas de todo tejido "no óseo" - (médula, ligamentos, músculos, etc.), con la ayuda del bisturí y la legra, y cortadas longitudinalmente dividiendo la pieza en dos partes iguales. Desde este momento cada sección fue trabajada individualmente, rebajándose con la ayuda del material -- adecuado, hasta lograr las medidas ya establecidas.

2. Desproteínización del injerto:

Se empleó el método de ebullición abierta sugerido por -- Williams (38). Consta de un hervido inicial de dos horas, des pués el hueso es limpiado de los tejidos suaves restantes y so metido a una segunda ebullición por 30 min. Este proceso fue -- realizado una vez concluída la realización de las placas.

3. Almacenamiento del injerto:

Se pretende evitar prolongados períodos de almacenamiento -- para no favorecer alteraciones o contaminaciones (35). Todos -- los injertos implantados, fueron hervidos doce horas antes de -- su uso, y almacenados en recipientes estériles con la misma -- agua en la que fueron tratados.

4. Técnica quirúrgica:

Todos los casos fueron sometidos a un ayuno de 24 horas, --

previas a la cirugía. Antes de su entrada al quirófano, el su jeto fue pesado, la región depilada y la zona a incidir lavada con solución jabonosa.

Se aplicó anestesia de tipo general fija, con pentobarbital sódico por vía intravenosa, a una dosis de 25.2 mg. por kg. de peso. Se prefiere operar el fémur derecho debido a la facilidad técnica que ésto representa.

Una vez colocado en de cúbito lateral izquierdo sobre la me sa de operaciones, y asegurado a ésta, se realizó la antisep-- sia de la zona con tintura de Benzal.

La incisión se realizó en la cara lateral del miembro, si-- guiendo la línea marcada por el fémur, con una extensión apro-- ximada del 70% de la longitud del mismo (Foto N° 4).

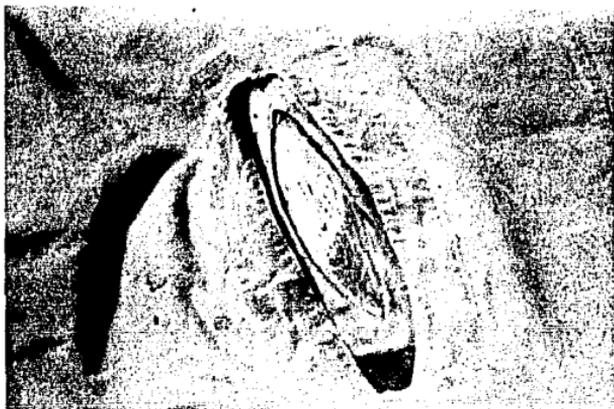


Foto N° 4 Incisión de piel y fascia subcutánea.

La piel y fascia subcutánea son incididas limpiamente, antes de intentar hacer hemostasis de los vasos sangrantes (Foto N° 4).

La fascia lata es inicialmente incidida aproximadamente a 2 cm. de la articulación femorotibiorotuliana, y posteriormente continuada hacia la articulación coxofemoral, sin cortar músculo y con una extensión ligeramente menor a la realizada en piel. Las fibras de los músculos vastolateral e intermedio, se separan del fémur por disección roma y separadores de Farabeuf (Foto N° 5).

Posteriormente el músculo vastointerno, es separado de su inserción en fémur con la ayuda de la legra (Foto N° 6), deján donos expuesta en su totalidad y libre de toda inserción, la diáfisis del fémur (Foto N° 7).

La fractura se realizó, con la ayuda de la sierra de Charrière, en el tercio medio. Se realizan un par de muescas en forma de "V", lo suficientemente profundas para llegar a la médula ósea, reduciéndose la resistencia a la ruptura del hueso -- (Foto N° 8). Al momento del corte, los músculos se protegen con gasas y se irriga la zona con SSF para evitar necrosis por calor.



Foto N° 5 Los músculos superficiales están separados y se observa la unión del vasto interno con el fémur.

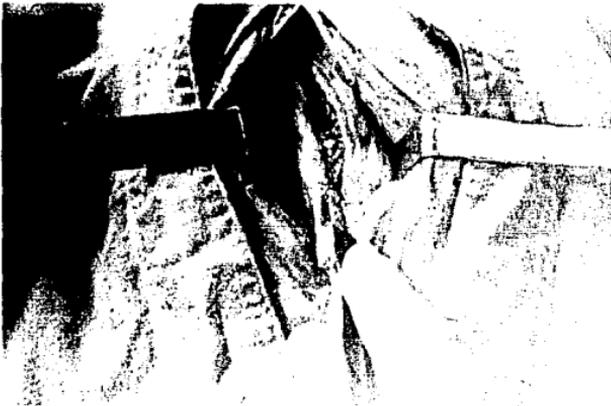


Foto N° 6 El vasto interno se separa de su inserción con la ayuda de la legra.



Foto N° 7 Diáfisis femoral completamente libre.

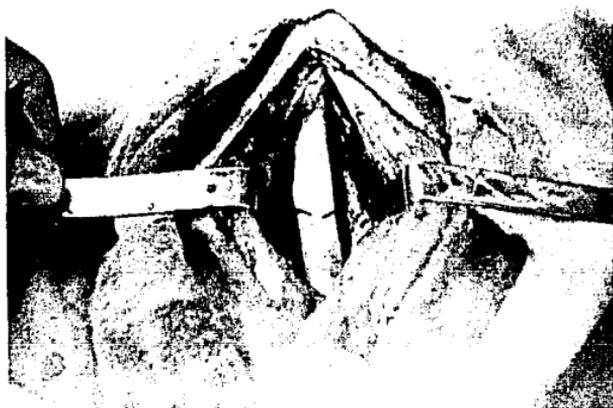


Foto N° 8 Muecas que llegan hasta la médula.

La fractura total se logra, rodeando la diáfisis por debajo de las muescas, con los dedos índice y medio de la mano derecha, y apoyando la muñeca de la misma mano en la articulación-coxofemoral; en tanto que con esta mano se ejerce una tracción, con la mano izquierda apoyada en el extremo distal del fémur, empujamos hacia abajo, logrando así que el hueso ceda en el lugar donde se realizaron las muescas. (Foto N° 9).



Foto N° 9 Fractura única, completa y expuesta.

Una vez realizada la fractura, se enfrentan los dos cabos y se colocan dos placas alrededor de la fractura. Las placas son apretadas por medio de 3 cerclages en toda la longitud de la placa y se ajustan hasta lograr una inmovilización satisfactoria (Foto N° 10). Los cabos libres del alambre son doblados

sobre sí mismos y colocados paralelamente al eje del hueso en el espacio existente entre los bordes de las placas óseas, evitando así daños a los músculos vecinos (Foto N° 11).

Después de ésto, se colocan los músculos en su lugar, se sutura la fascia lata con surgete continuo y se cierra la piel con puntos separados. Se realiza una limpieza y desinfección de la zona y se aplican antibióticos de amplio espectro parenteralmente.

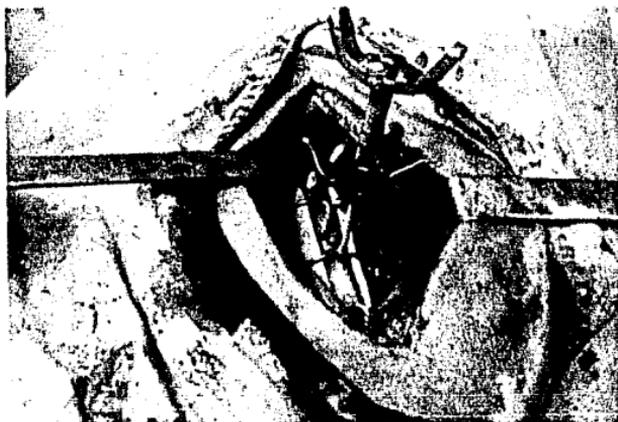


Foto N° 10 Colocación de las placas y apretado de las cerclages.

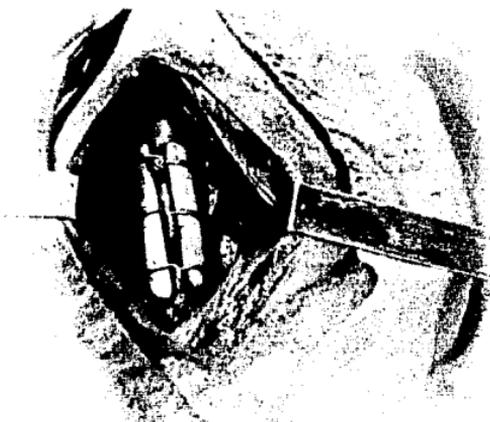


Foto N° 11 Aspecto final de los injertos colocados.

5. Radiografías:

Las placas que se tomaron del miembro, son realizadas en -- dos planos: lateral y antero-posterior. No existió un número determinado para cada caso. Se tomaron las suficientes para - observar todos los cambios ocurridos en el hueso durante las - diez semanas, formando una secuencia con radiografías de todos los animales. De este modo, llevamos un control tanto indivi- dual como colectivo.

6. Observación:

Se intentó por medio de la fijación interna realizada, que la firmeza del hueso fuera suficiente para soportar el peso -- del cuerpo. Es por ésto, que no se empleó ningún tipo de fija

ción externa.

En esta etapa, la observación estuvo encaminada a parámetros tales como:

- Estado anímico.
- Manifestación de dolor.
- Signos de infección: edema o inflamación.
- Manifestaciones clínicas de rechazo.
- Manifestaciones celulares de rechazo (biometrías).
- Firmeza del miembro a la palpación.
- Aumento de volumen de la zona.
- Atrofia ósea o muscular.
- Apoyo: tiempo y alteraciones.

Este período estuvo dividido en dos etapas, a las que llamamos:

- a) alojamiento individual;
- b) alojamiento colectivo.

a) Una vez terminado el trabajo quirúrgico, el animal fue mantenido en una jaula individual durante un lapso de 5 a 15 días, con el objeto de reducir el movimiento del miembro y ayudar a los procesos iniciales de cicatrización.

b) Terminado el período anterior, se colocó al sujeto en una jaula colectiva, donde pudiera caminar libremente.

7. Eutanasia:

El sacrificio en las diferentes etapas de la recuperación,

se realiza con el objeto de comparar los diferentes grados de osificación en la reparación de la fractura, de acuerdo al tiempo transcurrido desde el trabajo quirúrgico.

La eutanasia se realizó con una sobredosis por vía endovenosa de Pentobarbital Sódico.

8. Evaluación de muestras:

Los huesos fémur fueron obtenidos libres de músculos y ligamentos, identificados y agrupados en pares de acuerdo a la semana a la que correspondían.

El primer estudio será macroscópico, limitándonos a observar el volumen del callo óseo, su forma, disposición y relación con el injerto y la línea de fractura.

Posteriormente un hueso de cada grupo, fue destinado al estudio histopatológico. En éste, se realizaron cortes del hueso a diferentes niveles, y se determinó el grado de incorporación del injerto y la actividad osteogénica de la zona. Para esto fue necesario tratar a las muestras de la siguiente forma: todos los cortes, permanecieron en una solución descalcificadora hecha a base de Citrato de Sodio y Acido Fórmico, aproximadamente un mes. Una vez descalcificados, son lavados con agua y deshidratados con alcohol. Posteriormente son incluidos en parafina, cortados al microtomo, teñidos con Hematóxilina y Eosina y montados. Su observación se realizó al microscopio de luz, con aumentos de 4x, 10x, 100x con aceite de inmersión.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, son difíciles de agrupar en una sola clasificación o de manejarse en un mismo contexto.

Esto se debe, a la misma variedad de estudios que se realizaron durante el experimento, ya que: se observó a los animales durante diferentes períodos de tiempo, se obtuvieron muestras sanguíneas representativas también en diferentes momentos, se tomaron radiografías de todos los sujetos procurando formar una secuencia general, y se realizó un estudio histopatológico de muestras tomadas de cada uno de los diferentes grupos de animales.

Por todo esto, nos es imperativo dividir el presente capítulo en 4 partes:

- 1) Resultados macroscópicos.

En este inciso se mencionará lo siguiente:

- a) Comportamiento de los animales semana por semana durante el tiempo que haya durado su observación;
- b) Control radiográfico individual, mencionando los cambios observados a diferentes períodos;
- c) Estudio post-mortem del fémur operado, mencionando la disposición, dimensiones, naturaleza, etc., de los cambios o manifestaciones que se presenten en el hueso, y que de aquí en adelante se mencionarán como "reacción";
- d) Al final de estos resultados se incluirá un cuadro, donde se concentrarán las principales consideraciones observadas dentro de los resultados macroscópicos (Cuadro N° 2).

2) Resultados Histopatológicos.

Se describirán los cambios que se observen en los tejidos y en las células de las diferentes zonas del fémur y de la reacción. Las muestras de este estudio, fueron trabajadas según la semana a la que correspondían, de manera que tenemos 10 grupos de 2 sujetos cada uno.

3) Resultados Hematológicos.

En diferentes momentos del estudio, fueron obtenidas muestras sanguíneas de diferentes cánidos, y se realizaron estudios de biometrías completas. Presentamos un cuadro-resumen de los datos obtenidos en dicho estudio (Cuadro N° 3).

4) Resultados Radiográficos Globales.

Se presenta una secuencia radiográfica, de los cambios-observados durante las 10 semanas del estudio. Esta secuencia está compuesta de las placas obtenidas de los 20 sujetos estudiados.

1) RESULTADOS MACROSCOPICOS

Caso N° 1: Edad: 7 años.

Peso: 25 Kg.

Talla: Media

Tiempo de Estudio: 10 semanas.

1a. Semana: El miembro no muestra inflamación alguna. El animal se encuentra en buen estado; come, bebe, y no muestra dolor. Apoya firmemente y camina seguro.

2a. Semana: La cicatrización está perfecta. Se presentó un ligero edema que posteriormente desapareció. Se le cambió de la jaula individual a la colectiva. No muestra dolor, corre y camina con buen apoyo. Buen estado anímico.

RADIOGRAFIA: Hay buen alineamiento y el injerto se mantiene en su lugar. No se observa callo óseo y la línea de fractura es claramente visible.

3a. Semana: Continúa apoyando fuertemente; no hay dolor ni inflamación. A la palpación se siente crepitar. La fijación empieza a perder firmeza con rotación de los cabos óseos sobre su propio eje, manifestándose se con una desviación del miembro hacia afuera. Al finalizar la semana la desviación era exageradamente manifiesta.

4a. Semana: El apoyo continúa; el estado anímico es estupendo,

pero el miembro se ha empezado a fijar en una posición de desviación externa.

5a. Semana: El miembro se encuentra cada vez más desviado hacia afuera, pero sigue apoyando firmemente. Se observa un aumento de volumen de la zona.

RADIOGRAFIA: Se observa una gran reacción periosteal, que desde los extremos del injerto, en la sección diafisiaria libre, empieza a envolver a los injertos.

6a. Semana: Sigue apoyando pero el miembro continúa desviado y aumentando de volumen la zona.

7a. Semana: Sin cambios. Continúa el apoyo.

8a. Semana: Sin cambios. Continúa el apoyo.

RADIOGRAFIA: Los cerclages se han desplazado proximalmente. La reacción periosteal casi cubre -- los injertos, siendo más abundante en el extremo distal. No ha soldado la fractura.

9a. Semana: El miembro está firme en una posición de desviación externa. Continúa apoyando. Se tomó muestra de sangre.

RADIOGRAFIA: Los injertos ya no se han movido. -- Aún se observa la línea de fractura. El callo envolvente parece haberse detenido (Foto N° 29).

10a. Semana: Continúa apoyando. Nunca mostró dolor.

RADIOGRAFIA: Los injertos están abiertos, los cerclajes desplazados; la reacción es abundante y de sorganizada. No hay unión en la fractura (Foto - N° 28).

Estudio post-mortem: El fémur está curvo lateralmente. La -- reacción periosteal es mucha y cubre en su totalidad al injerto; es de consistencia dura en gene--ral pero menos en el centro. Hay continuidad me--dular, pero no hay unión de la fractura. El corte es difícil pues la reacción en los extremos está completamente osificada (Foto N° 12).

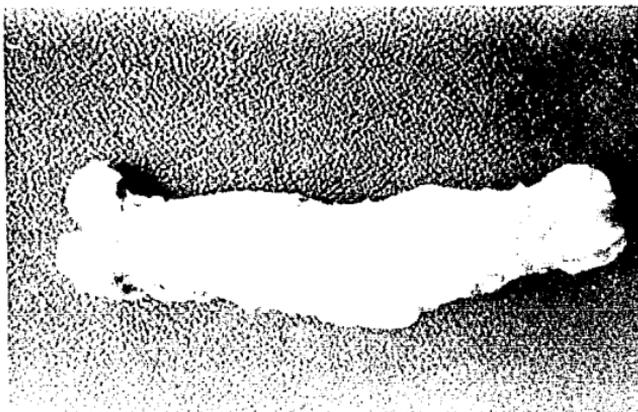


Foto N° 12 Aspecto de un fémur con 10 semanas de operado.

Caso N° 2: Edad: 6 años

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 10 semanas.

1a. Semana: El estado anímico es bueno, pero presenta un severo edema en todo el miembro y no lo apoya.

2a. Semana: El edema desapareció, pero continúa una ligera inflamación por infección de la herida. Tiene un - apoyo muy leve.

RADIOGRAFIA: Los injertos continúan en su posición. No se observa reacción periosteal ni callo óseo.

3a. Semana: La infección ha cedido y parece apoyar con mayor firmeza. Se cambió a jaula colectiva. No apoya el miembro.

4a. Semana: Sigue sin apoyar. El miembro se siente flojo y - crepita.

5a. Semana: Sin cambios.

RADIOGRAFIA: Marcada reacción periosteal, principalmente en el extremo distal, que pretende cubrir el injerto. Las placas y cerclages continúan en su lugar. La línea de fractura es claramente visible (Foto N° 34).

6a. Semana: Sin cambios. No apoya el miembro.

- 7a. Semana: Sin cambios. La zona se siente dura y ya no hay crepitación. No apoya.
- 8a. Semana: No hay apoyo y la atrofia muscular es marcada. Se tomó muestra de sangre.
- RADIOGRAFIA: Los implantes siguen en su lugar. La fractura no ha soldado y la reacción periosteal es mayor y más densa (Foto N° 30).
- 9a. Semana: Atrofia muscular marcada. Aumento de volumen de la zona.
- 10a. Semana: Sin cambios.

Estudio post-mortem: Reacción que cubre totalmente a los implantes. Dorsalmente es de consistencia suave, en los extremos es dura y difícil de cortar. La fractura inicial está completamente floja. Toda la diáfisis se encuentra separada de ambas epífisis por sendas fracturas (Foto N° 13). El cabo proximal contiene una médula dura y el distal está hueco.

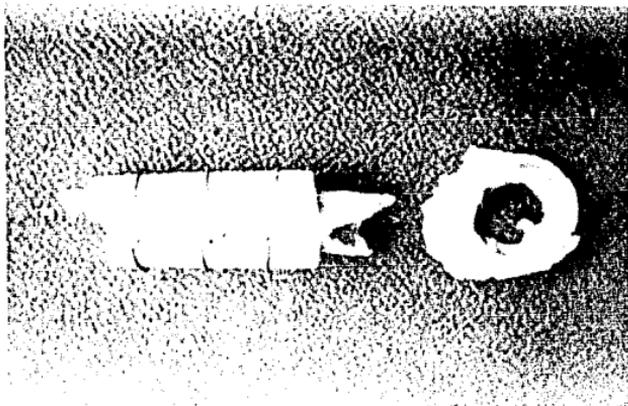


Foto N° 13

Caso N° 3: Edad: 5 años.

Peso: 25 Kg.

Talla: Grande

Tiempo de estudio: 9 semanas.

1a. Semana: Ligera inflamación. Buen estado anímico. Empieza a apoyar.

2a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. No hay dolor y cesó la inflamación. Aumenta el apoyo. A la palpación se siente una ligera crepitación.

3a. Semana: Apoyo ligero. Se siente flojo el miembro.

4a. Semana: Dejó de apoyar. Hay un poco más de firmeza.

5a. Semana: Sin cambios.

RADIOGRAFIA: No se observa ninguna reacción periosteal. El hueso está bien alineado pero la línea de fractura continúa.

6a. Semana: Sin cambios. No apoya.

7a. Semana: No apoya. Buen estado anímico.

RADIOGRAFIA: Se observa reacción periosteal en los extremos libres de la diáfisis; fijan a los implantes. La línea de fractura es visible.

8a. Semana: Sin cambios. No apoya.

9a. Semana: No apoya.

Estudio post-mortem: Fémur que ha perdido su alineamiento. --
Reacción que cubre dorsalmente a los injertos de-
consistencia dura en los extremos. Los implantes
están desplazados hasta tocarse ventralmente; el-
espacio que dejan dorsalmente permitió la forma--
ción de un callo blando que une la fractura. Exist
te continuidad medular (Foto N° 14).



Foto N° 14

Caso N° 4: Edad: 4 años.

Peso: 25 Kg.

Talla: Grande

Tiempo de estudio: 9 semanas.

1a. Semana: Ligera inflamación. Poco apoyo del miembro.

2a. Semana: Buen estado anímico. Se cambió a jaula colectiva.
Desapareció la inflamación y empieza a apoyar más.

3a. Semana: Sin cambios. Poca firmeza en el miembro.

4a. Semana: Dejó de apoyar. No hay dolor ni inflamación.

5a. Semana: Sin cambios.

RADIOGRAFIA: Muy leve reacción periosteal en los extremos diafisarios libres. La línea de fractura es visible.

6a. Semana: Sin cambios.

7a. Semana: Sin cambios.

8a. Semana: RADIOGRAFIA: La reacción periosteal aumentó considerablemente. El fémur, en la zona cubierta -- por las placas, presenta un adelgazamiento. La línea de fractura es visible. Se ha perdido el alineamiento.

9a. Semana: Sin cambios.

Estudio post-mortem: La reacción cubre escasamente los implan

tes. La porción dura se limita a los extremos, -
siendo blando el resto. Los implantes habían em-
pezado a ser remodelados. La fractura se encuen-
tra unida por un callo suave (Foto N° 15).

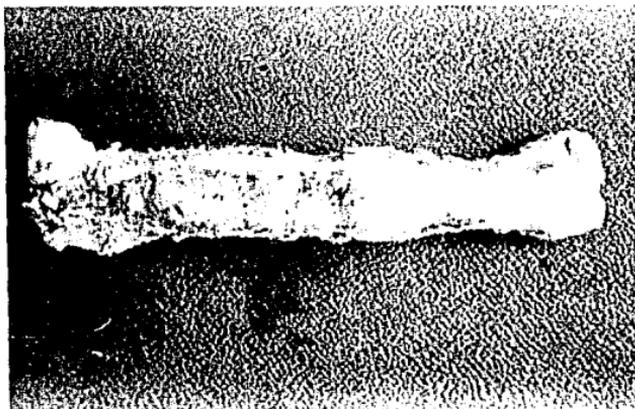


Foto N° 15

Caso N° 5: Edad: 3 años.

Peso: 35 Kg.

Talla: Extra grande.

Tiempo de estudio: 8 semanas.

- 1a. Semana: No hay edema, ni inflamación, ni dolor. Apoya ligeramente.
- 2a. Semana: El apoyo del miembro es más manifiesto. Buen estado anímico.
- 3a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Camina apoyando el miembro. Se observa ligera rotación externa del fémur.
- 4a. Semana: Camina perfectamente, sólo muestra un leve giro.
RADIOGRAFIA: Se observa una reacción periosteal muy leve. Los injertos siguen en su lugar y la línea de fractura es visible.
- 5a. Semana: El apoyo es cada vez más firme. Camina con firmeza.
- 6a. Semana: Sin cambios. El apoyo continúa mejorando.
- 7a. Semana: Sigue apoyando, pero ya no tan firmemente, manifiesta dolor al apoyar.
RADIOGRAFIA: Se observa aumento de la reacción, principalmente el extremo distal. La línea de fractura es fácilmente apreciable (Foto N° 32).

8a. Semana: El animal se ha vuelto agresivo y reacio al manejo. Manifiesta dolor y ha dejado de apoyar el miembro.

Se tomó muestra de sangre.

Estudio post-mortem: El callo cubre dorsalmente a los implantes. La reacción es dura, y en los extremos parece estar fracturada. Los implantes están adheridos a la reacción. Había continuidad medular y aparentemente unión blanda de la fractura (Foto N° 16).

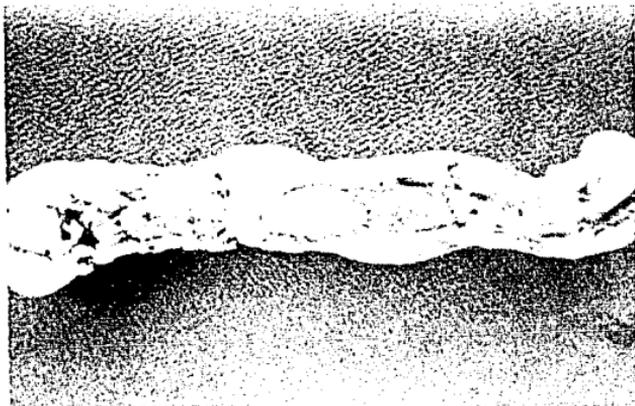


Foto N° 16 Reacción periosteal osificada con fracturas en ambos extremos de las placas.

Caso N° 6: Edad: 4 años.
 Peso: 15 Kg.
 Talla: Chica.
 Tiempo de estudio: 8 semanas.

1a. Semana: No hay inflamación ni edema. Aún no apoya el miembro.

2a. Semana: Buen estado anímico. No se pone en pie por miedo; si se le obliga apoya ligeramente.

3a. Semana: Se cambió a aula colectiva. Cuando se levanta - apoya ligeramente con una pequeña desviación del miembro.

4a. Semana. Sin cambios.

RADIOGRAFIA: Leve reacción periosteal que empieza a cubrir los injertos. Se observa la atrofia del fémur por debajo de las placas. La línea de fractura es aún visible. (Foto N° 35).

5a. Semana: Sigue rehusando caminar. A la palpación no se siente gran aumento de volumen de la zona.

6a. Semana: Ha empezado a caminar sin ningún problema.

7a. Semana. Mejora el apoyo. Camina normalmente.

8a. Semana: RADIOGRAFIA # 1: La reacción periosteal es escasa y bien organizada, fija fuertemente las placas. Se observa adelgazamiento de la diáfisis por deba

jo de las placas, así como inicio en la remodelación de éstas. La línea de fractura es visible - (Foto N° 31).

RADIOGRAFIA N° 2: Igual a la anterior.

Estudio post-mortem: Reacción escasa y ordenada; cubre totalmente implantes. La médula está íntegra y continúa. Los implantes están firmemente adheridos y la fractura unida por un callo blando.

Caso N° 7: Edad: 5 años.
Peso: 30 Kgs.
Talla: Grande.
Tiempo de Estudio: 7 semanas.

- 1a. Semana: No hay edema ni inflamación. Ligeramente apoyado.
- 2a. Semana: Infección y dolor en la zona. Se trató local y pararenteralmente. No apoya y el miembro se siente crepitar.
- 3a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Apoya ligeramente pero manifiesta dolor al hacerlo.
- 4a. Semana: No apoya. Manifiesta dolor.
RADIOGRAFIA: Desplazamiento entre sí de las placas. Línea de fractura claramente visible. Reacción periosteal proximal leve y desorganizada.
- 5a. Semana: No apoya. Miembro completamente flojo.
- 6a. Semana: Sin cambios; continúa el dolor y se aprecia atrofia muscular.
- 7a. Semana: Presenta supuración. Sigue sin apoyar y con dolor. Sangra levemente y no hay adecuada cicatrización.
RADIOGRAFIA: Severa reacción periosteal que cubre ventralmente las placas, principalmente desde la epífisis distal. En ésta se observa una fractura total a nivel metafisiario.

Estudio post-mortem: Una severa reacción envuelve a los implantes. Es de consistencia dura. En la epífisis proximal por debajo de la reacción, existe una fractura, dejando entre ésta y la fractura quirúrgica, un segmento de fémur hueco y sin médula. En la epífisis distal se observó lo mismo (Fotos N° 17 y 18).



Foto N° 17 Reacción de gran volumen provocada por el excesivo movimiento de la línea de fractura.



Foto N° 18

Corte de la epífisis distal que muestra
el espacio ocupado por el fémur atrofiado.

Caso N° 8: Edad: 3 años.

Pesos: 15 Kg.

Talla: Chica

Tiempo de estudio: 7 semanas.

1a. Semana: Miembro edematizado y con enfisema. No se levanta y se encuentra anoréxico. Se aplicó tratamiento y al final de la semana empezó a tener apetito.

2a. Semana: La infección cedió por completo y empieza a apoyar ligeramente.

3a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Apoya cada vez mejor pero aún manifiesta inseguridad.

RADIOGRAFIA: Ligera reacción periosteal que inicia a cubrir las placas.

4a. Semana: No apoya en absoluto. Atrofia muscular.

5a. Semana: Continúa empeorando. Marcada atrofia del miembro.

6a. Semana: Se tomó muestra de sangre. Pésimo estado general y atrofia del miembro.

RADIOGRAFIA: Se observa una fractura completa - transversal del tercio proximal del fémur (Foto - N° 19).

EUTANASIA: Por no poder completar su estudio, se sacrificó una semana antes sin el estudio post-mortem y microscópico.



Foto N° 19

Caso N° 9: Edad: 5 años.

Peso: 15 Kg.

Talla: Chica

Tiempo de estudio: 6 semanas.

1a. Semana: No hay edema ni infección, come y está de buen --
ánimo. Apoya ligeramente.

2a. Semana: Ligera inflamación. Dejó de apoyar.

3a. Semana: Cedió la inflamación y volvió a apoyar ligeramen-
te. Se le cambió a jaula colectiva.

RADIOGRAFIA: Reacción periosteal casi nula. Buen
acoplamiento general, pero la línea de fractura es
aún visible.

4a. Semana: Sin cambios. No apoya francamente.

5a. Semana: Sin cambios.

6a. Semana: Se tomó muestra de sangre.

RADIOGRAFIA: Se observa muy poca reacción perios-
teal, y una marcada atrofia del fémur, debajo de
las placas, pérdida del alineamiento y ausencia -
del callo óseo. sobre la línea de fractura (Foto-
N° 33).

Estudio post-mortem: Las placas se corrieron proximalmente ca-
si librando la fractura. Se observa necrosis de-
bajo de todo el espacio que ocupaban las placas,-

presenta agujeros y la corteza se retira fácilmente como si fuera una "cáscara". La reacción no cubrió a las placas. (Foto N° 20).

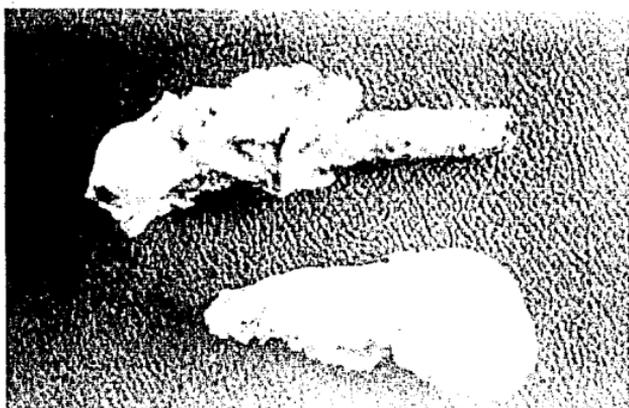


Foto N° 20 Fémur que muestra severa necrosis en el sitio ocupado por las placas óseas.

Caso N° 10: Edad: 8 años.

Peso: 25 kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 6 semanas.

1a. Semana: No hay dolor, ni inflamación. Apoya ligeramente.

2a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Apoya con bastante firmeza al caminar.

3a. Semana: Estupendo apoyo. Camina y corre firmemente. Buen estado anímico. Come y bebe.

4a. Semana: Sin cambios.

5a. Semana: Dejó de apoyar. Ligera supuración del miembro. Se tomó muestra de sangre.

6a. Semana: No apoya y empieza a manifestar dolor.

Estudio post-mortem: La reacción cubre únicamente los extremos de las placas. La porción diafisiaria del fémur que se encuentra debajo de los implantes, en su cabo proximal, estaba necrosada y con una fractura a nivel metafisiario. (Foto N° 21).

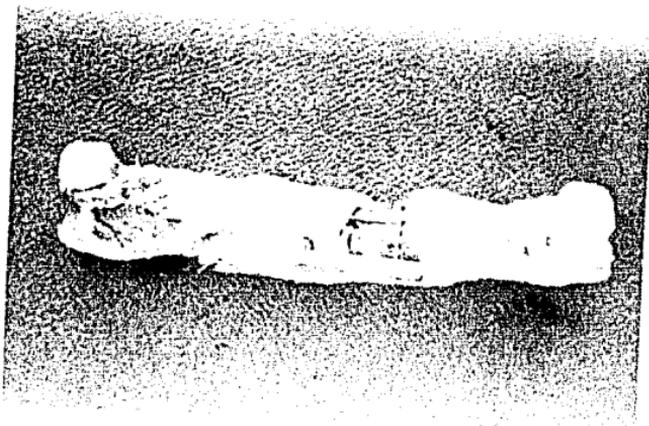


Foto N° 21

Caso N° 11: Edad: 4 años.

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 5 semanas.

1a. Semana: Sin inflamación. No muestra dolor y apoya ligeramente.

2a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Camina con buen apoyo.

3a. Semana: Sin cambios. Continúa apoyando más o menos firmemente.

4a. Semana: Sin cambios.

5a. Semana: Empezó a fallar en su apoyo. Se tomó muestra de sangre.

RADIOGRAFIA: Los injertos se desplazaron hasta tocarse entre sí, perdiendo alineamiento. el miembro. La reacción periosteal es mínima.

Estudio post-mortem: En las epífisis la reacción es fibrosa. -

En la parte distal se observa una espícula que no sigue el eje del hueso. Las placas están desplazadas, permitiendo que la reacción se forme dorsalmente, manteniendo unidos los cabos (Foto N° 22).

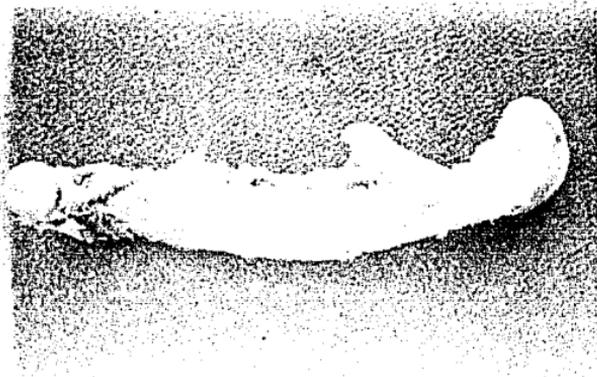


Foto N° 22

Caso N° 12: Edad: 4 años.

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 5 semanas.

- 1a. Semana: La fractura no fue quirúrgica. Se realizó un día antes de la cirugía, con el sujeto anestesiado y efectuando una palanca sobre el miembro. Se observó inflamación y no hay apoyo.
- 2a. Semana: Cedió la inflamación y muestra un apoyo estupendo. Camina y corre como si no estuviera fracturado.
- 3a. Semana: Apoya perfectamente. No manifiesta ningún dolor, no desvía el miembro y la fractura se siente sólida. Hasta el momento es el sujeto que mejor ha respondido.
- 4a. Semana: Cada día mejora. Apoya normalmente.
RADIOGRAFIA: Leve reacción periosteal. Placas - desplazadas proximalmente, línea de fractura visible.
- 5a. Semana: Empieza a observarse dolor y dificultad para caminar. Se tomó muestra de sangre.
RADIOGRAFIA: Ligero aumento de la reacción periosteal. Se observa ligera atrofia del fémur por debajo de las placas. La línea de fractura es claramente visible.

Estudio post-mortem: El callo óseo cubre la mayoría del im---
plante. La reacción es de consistencia dura y or
ganizada. El hueso se siente firme y la fractura
parecía empezar a soldar (Foto N° 23).

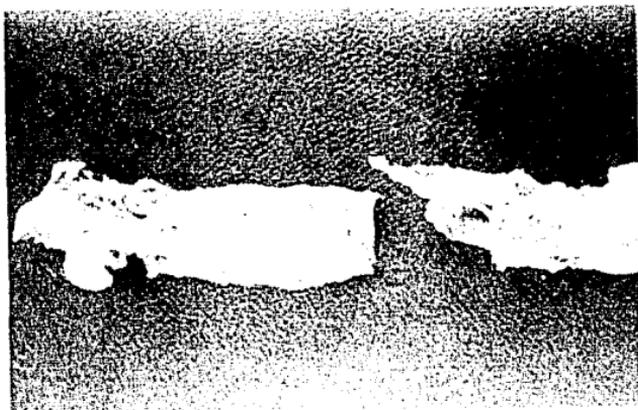


Foto N° 23

Caso N° 13: Edad: 4 años.

Peso: 25 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 4 semanas.

1a. Semana: No hay edema ni dolor. Apoya ligeramente el miembro.

2a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Continúa apoyando. Es fuerte y agresivo.

3a. Semana: Dejó de apoyar. El miembro se siente flojo.

4a. Semana: No apoya en absoluto. Se tomó muestra sanguínea.

RADIOGRAFIA: Desplazamiento de los injertos ventralmente hasta tocarse entre sí, provocando pérdida del afrontamiento de los cabos óseos, saliendo el distal dorsalmente.

Estudio post-mortem: Reacción blanda en su mayoría que cubre totalmente los implantes. La línea de fractura no está alineada y el cabo distal sobresale dorsalmente. Los implantes se tocaban ventralmente. (Foto N° 24).

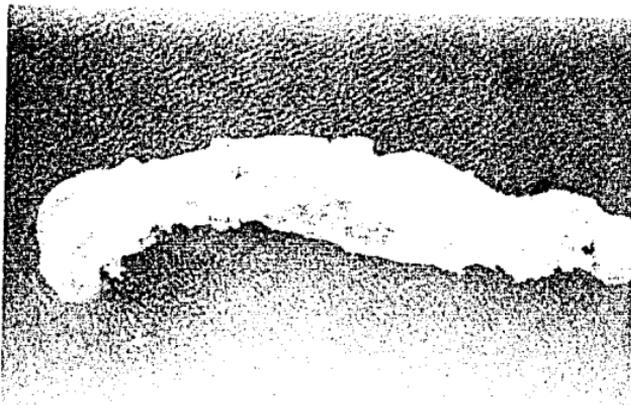


Foto N° 24

Caso N° 14: Edad: 3 años.

Peso: 15 Kg.

Talla: Chica.

Tiempo de estudio: 4 semanas.

- 1a. Semana: Presenta infección en el miembro. No apoya. Se drenó la zona y se aplicaron antibióticos parenterales.
- 2a. Semana: Cedió la inflamación. Empieza a comer mejor, pero no apoya.
- 3a. Semana: Sin cambios.
- RADIOGRAFIA: Aún no hay reacción periosteal, pero se observa pérdida del afrontamiento de los ca bos fracturados.
- 4a. Semana: El sujeto apoya el miembro pero se observa una -- desviación de éste hacia afuera. Se tomó muestra sanguínea.

Estudio post-mortem: Leve reacción periosteal de consistencia blanda, únicamente en los extremos de las placas y sin envolver a éstas. No hay unión de la fractura (Foto N° 25).

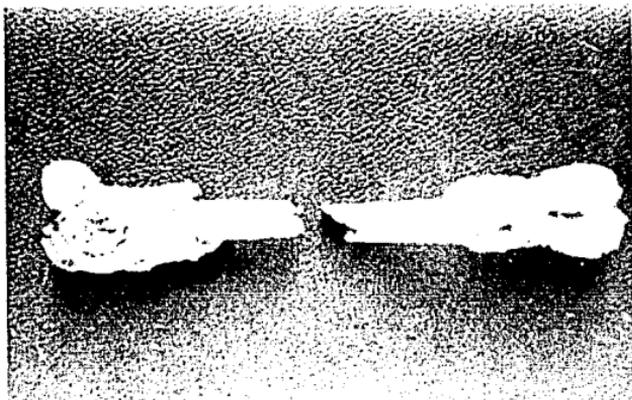


Foto N° 25

Caso N° 15: Edad: 4 años.

Peso: 15 Kg.

Talla: Chica

Tiempo de estudio: 3 semanas.

- 1a. Semana: No hay manifestación de dolor ni de infección. No hay un franco apoyo del miembro.
- 2a. Semana: No manifiesta dolor pero tampoco apoya el miembro. No hay edema ni infección.
- 3a. Semana: Se cambió a jaula colectiva. Continúa sin apoyar.
- RADIOGRAFIA: Muy leve reacción periosteal en los extremos diafisiarios. La línea de fractura es - claramente visible.

Estudio post-mortem: Ligera reacción periosteal en los extremos, la cual avanza por entre los espacios libres dejados por las placas. El fémur por debajo del injerto, sufre una atrofia, adelgazándose y provocando que las placas estén flojas. La fractura - está completamente libre.

Caso N° 16: Edad: 8 años.

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 3 semanas.

1a. Semana: No hay inflamación ni dolor.

Muy ligero apoyo del miembro.

2a. Semana: Se cambió a jaula colectiva.

Va mejorando su apoyo.

3a. Semana: Sin cambios.

Su apoyo mejora.

Estudio post-mortem: Reacción periosteal leve en los extremos de las placas, y que avanza por los espacios libres entre éstas. No hay unión de la fractura y el fémur está atrofiado y adelgazado.

Caso N° 17: Edad: 4 años
Peso: 20 Kg.
Talla: Media
Tiempo de estudio: 2 semanas.

1a. Semana: No hay inflamación ni dolor. No apoya. Se cambió a una jaula colectiva. El sujeto se retiró todos los puntos de los planos cutáneo y muscular, provocando la dehiscencia de la zona. Se reconstruyeron nuevamente dichos planos.

2a. Semana: Regresó a jaula individual. No apoya y se observa una protuberancia en la zona. Manifiesta mucho dolor.

Estudio post-mortem: Los injertos están desplazados proximalmente y los cabos óseos completamente fuera de sitio. En el lugar de la reacción periosteal distal, aparece una espícula ósea que no sigue el eje longitudinal del fémur (Foto N° 26).

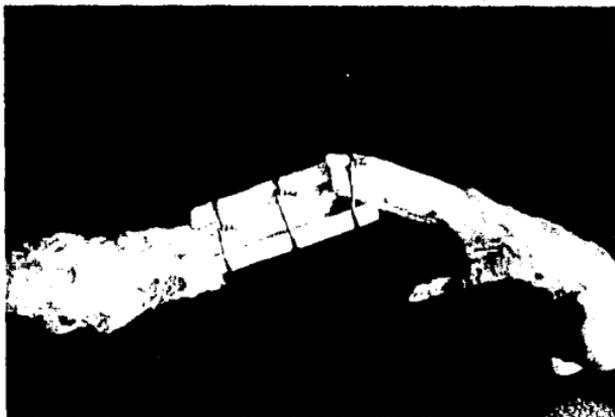


Foto N° 26

Forma en la que se encontró en caso N° 17.

Caso N° 18: Edad: 5 años.

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 2 semanas.

1a. Semana: Se levanta pero aún no apoya el miembro.
No hay inflamación ni edema. No manifiesta dolor.

2a. Semana: Sigue sin apoyar. Se obtuvo muestra sanguínea.
RADIOGRAFIA: No se observa reacción periosteal.
El acoplamiento y el alineamiento son estupendos,
pero la línea de fractura es aún visible (Foto --
N° 36).

Estudio post-mortem: Reacción periosteal escasa y blanda. No
hay unión de la fractura.

Caso N° 19: Edad: 8 años.

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 1 semana.

1a. Semana: Sin apoyo. No hay edema ni inflamación. Se obtuvo muestra de sangre.

RADIOGRAFIA: No se observa ninguna reacción periosteal. Los implantes están firmemente apretados y la línea de fractura es claramente visible. (Foto N° 37).

Estudio post-mortem: La reacción periosteal es blanda y casi nula. La fractura está completamente libre (Foto N° 27).



Foto N° 27

Caso N° 20: Edad: 3 años.

Peso: 20 Kg.

Talla: Media.

Tiempo de estudio: 1 semana.

1a. Semana: Aún no apoya.

Ligera inflamación. Buen estado anímico.

Estudio post-mortem: Reacción periosteal manifiesta pero mínima. Los injertos están firmemente apretados y no permiten la separación de los cabos de la fractura, sin embargo ésta, se encuentra completamente libre. Se observan algunos coágulos alrededor de la línea de fractura.

CUADRO N° 2
RESUMEN MACROSCOPICO

Caso (1)	Sexo (2)	Edad (3)	Peso (4)	Tiempo de Estudio (5)	Apoyó (6)	Caminó (7)	Rechazo (8)	Atrofia Muscular (9)	Soldó la Fractura (10)
1	M	7	25	10	SI	SI	NO	NO	NO
2	M	6	20	10	SI	NO	NO	SI	NO
3	M	5	25	9	SI	NO	NO	NO	NO*
4	M	4	25	9	SI	NO	NO	NO	NO*
5	M	3	35	8	SI	SI	NO	NO	NO*
6	M	4	15	8	SI	SI	NO	NO	NO*
7	M	5	30	7	NO	NO	NO	SI	NO
8	H	3	15	7	SI	SI	NO	SI	NO
9	M	5	15	6	SI	NO	NO	NO	NO
10	M	8	25	6	SI	SI	NO	NO	NO
11	M	4	20	5	SI	SI	NO	NO	NO*
12	M	4	20	5	SI	SI	NO	NO	NO*
13	M	4	25	4	SI	NO	NO	NO	NO
14	M	3	15	4	SI	NO	NO	NO	NO
15	H	4	15	3	NO	NO	NO	NO	NO
16	M	8	20	3	SI	SI	NO	NO	NO
17	M	4	20	2	NO	NO	NO	SI	NO
18	M	5	20	2	NO	NO	NO	NO	NO
19	M	8	20	1	NO	NO	NO	NO	NO
20	M	3	20	1	NO	NO	NO	NO	NO

En las columnas (6) y (7), nos referimos a si realizó dicha función en algún momento, no a si lo hizo durante toda la duración del estudio.

* En estos casos, la fractura estaba unida por un callo blando de tejido conjuntivo.

2) RESULTADOS HISTOPATOLOGICOS.

Los cortes realizados en este estudio, fueron hechos en todos los casos en dos zonas, la primera debajo de los implantes y únicamente de la diáfisis femoral, y la segunda en los extremos diafisiarios libres, donde la reacción es más exacerbada.

Se trabajaron 10 grupos de dos perros cada uno, clasificándose cada grupo según el número de semanas en que estuvieron en estudio.

Grupo N° 10: Casos 1 y 2.

Zona diafisiaria: Pérdida completa del periostio. Se observa gran cantidad de lagunas con bordes irregulares, con pérdida del detalle y sin células. Se pierde el detalle de la laminación. No existen vasos sanguíneos, eritrocitos o restos celulares. No hay células de inflamación.

Zona de reacción: En la corteza femoral hay gran aumento de las lagunas en cantidad y tamaño, semejando una formación trabecular más manifiesta en la parte externa. Gran cantidad de células sanguíneas y osteógenas (osteoblastos y osteocitos). Se observan abundantes vasos sanguíneos, y algunos osteoclastos. La reacción está totalmente integrada a la corteza femoral, donde no existe periostio. Esta reacción es una formación trabecular totalmente osificada, altamente irrigada, abundante en células óseas, con periostio rodeándola, así como entrando en ésta, formando pequeños secuestros. La parte más extensa de

la reacción muestra pequeñas zonas de cartilago y condrocitos.

Grupo N° 9: Casos 3 y 4:

Zona diafisiaria: Muestra un aspecto similar al del grupo N° 10. Aumento en cantidad y tamaño de las lagunas. Ausencia de periostio, así como de cualquier célula viva.

Zona de reacción: Es difícil diferenciar la corteza femoral de la reacción, debido a la formación trabecular de la reacción y a la misma formación mostrada por la corteza. Existen gran cantidad de células como osteoblastos y osteocitos, así como eritrocitos. La reacción está altamente irrigada y en su periferia existe un periostio activo y engrosado.

En la médula ósea aparecen pocas trabéculas, pocas células completas, zonas de destrucción celular y escasez de tejido hematopoyético.

Grupo N° 8: Casos 5 y 6.

Zona diafisiaria: Irrigación nula. Ausencia de periostio. Aumento en tamaño y cantidad de lagunas, con bordes irregulares y pérdida del detalle. Zonas pálidas y pérdida de laminación.

Zona de reacción: La médula se encuentra normal, en abundantes trabéculas y buena irrigación.

La corteza muestra lagunas mucho muy irregulares, porciones de hueso secuestradas y rodeadas por fibroblastos. Pérdida del detalle y estructura laminar. Marcado engrosamiento-

del periostio secuestrando trabéculas óseas neoformadas.

La reacción es de tipo trabecular con buena irrigación y abundante presencia de osteoblastos, osteocitos, fibroblastos, vasos sanguíneos y eritrocitos; se observan también algunos osteoclastos.

Grupo N° 7: Casos 7 y 8.

Zona diafisiaria: Irrigación nula. No se observan células. Lagunas numerosas, grandes e irregulares. No hay periostio.

Zona de reacción: El hueso tiene gran cantidad de lagunas pero vacías. Se encuentra totalmente separado de la reacción y sin periostio.

La reacción muestra abundante irrigación. La formación trabecular es clásica, pero también muestra formación de hueso compacto con formación de una pseudo-médula, abundante en células hematopoyéticas. Tiene también abundantes osteocitos y osteoblastos. Está rodeada por periostio.

Grupo N° 6: Casos 9 y 10.

Zona diafisiaria: La médula se encuentra aparentemente normal con trabéculas y buena irrigación pero separada de la corteza. La corteza tiene aumento de lagunas no muy grandes, con pocas células hacia su parte interna y ninguna en su parte externa.

Zona de reacción: El hueso se encuentra sumamente alte

rado. Lagunas muy grandes pero todas vacías y sin irrigación; sólo hay irrigación en algunas pequeñas. No se observan células. La reacción es de tipo trabecular sumamente irrigada con abundancia en células osteoides. Hay abundante tejido conjuntivo, infiltración de periostio en hueso y tejido cartilaginoso tanto en la reacción como en la médula.

Grupo N° 5: Casos 11 y 12.

Zona diafisiaria: Médula aparentemente normal. Periostio presente y engrosado. Aumento de lagunas con células.

Zona de reacción: El hueso presenta ligero aumento en el número de lagunas. La reacción es leve, de tipo trabecular pero con abundancia de cartílago, éste ya en formación trabecular. Presenta poca cantidad de células y está rodeada por un periostio activo y engrosado, con múltiples invaginaciones hacia la reacción.

Grupo N° 4: Casos 13 y 14.

Zona diafisiaria: La médula muestra pocas células hematopoyéticas y muchas trabéculas. El hueso carece de periostio, las lagunas están aumentadas y sin células. La parte interna de la corteza presenta mayor irrigación que la externa.

Zona de reacción: La corteza femoral tiene lagunas aumentadas de tamaño con células. La reacción es de tipo trabecular escasa, con tejido cartilaginoso y periostio activo rodeándola. Se observa un secuestro de tamaño considerable.

Grupo N° 3: Casos 15 y 16.

Zona diafisiaria: Médula normal, aunque con pocas trabéculas. El hueso compacto muestra poca alteración y aún se observan vasos sanguíneos y células vivas.

Zona de reacción: En la corteza las lagunas son de tamaño normal, existen vasos sanguíneos y eritrocitos. No hay osteoclastos.

La reacción es escasa apenas alcanzando a igualar el grosor de la corteza femoral. Está bien irrigada, es de tipo trabecular y se inicia a partir del periostio.

Grupo N° 2: Casos 17 y 18.

Zona diafisiaria: Se observa en la médula pocas células, pocos eritrocitos, pocas trabéculas y aumento de fibroblastos. El hueso no muestra periostio, no hay células y las lagunas son de tamaño normal.

Zona de reacción: El hueso presenta más lagunas en la zona diafisiaria, pero están vacías. No hay periostio y las trabéculas de la médula no existen.

La reacción está formada principalmente por tejido conjuntivo y cartílago. Casi no hay trabéculas.

Grupo N° 1: Casos 19 y 20.

Zona diafisiaria: No se observa periostio ni médula. Hay un ligero aumento de lagunas con una disminución de células.

las óseas.

Zona de reacción: El hueso no muestra gran alteración. El periostio está ligeramente engrosado, y ésto es lo que principalmente constituye la reacción. La médula está aparentemente normal.

3) BIOMETRIAS HEMATICAS

Cárido	1	2	5	7	8	9	10	11	14	18	19	Valores Normales
Sexo	M	M	M	M	H	M	M	M	M	M	M	-
Edad (años)	7	6	3	5	3	5	8	4	3	5	8	-
Tiempo del muestreo (semanas)	9a.	8a.	8a.	7a.	6a.	6a.	5a.	5a.	4a.	2a.	1a.	-
Hematocrito (%)	53	39	39	56	41	38	42	46	37	38	34	37 - 55
Eritrocitos (Mill./mm ³)	6.08	7.31	6.5	6.44	5.23	3.74	6.4	4.81	5.93	6.0	6.2	5.5 - 8.5
Hemoglobina (grs. %)	10.2	12.4	13.2	11.2	9.2	11.9	16.8	13.7	12.7	15.0	14.8	12 - 18
Leucocitos (Miles/mm ³)	20.9	***	12.1	16.1	20.1	***	***	11.2	10.2	9.5	12.4	6 - 17
Linf. (%)	9	17	21	22	1	53	24	33	33	31	37	12 - 30
Mono. (%)	5	7	7	13	4	2	-	7	10	5	3	3 - 10
Neutro. en banda (%)	16	7	5	1	8	--	5	3	6	1	5	8
Neutro. segm. (%)	67	63	58	57	87	42	58	47	34	56	50	60 - 77
Eosi. (%)	3	6	9	7	--	1	3	9	17	7	5	2 - 10
Baso. (%)	--	--	--	--	--	2	--	1	--	--	--	Raros

Los valores marcados (***) , no fueron proporcionados por el laboratorio, y debido al ritmo del experimento, el muestreo no podía ser repetido.

4) RESULTADOS RADIOGRAFICOS GLOBALES
SECUENCIA GENERAL.

A continuación, presentamos una secuencia fotográfica de las radiografías más representativas de los cambios que semana a semana mostraron los individuos en estudio. Son también muestra, de los problemas más comunes que se presentaron en el empleo de las placas óseas.



Foto N° 28

En la foto N° 28, observamos un fémur de 10 semanas. Se observa claramente la reacción provocada por las placas, y que ocupa principalmente los extremos diafisiarios libres. Dicha reacción envuelve parcialmente a los injertos y los mantiene firmemente adheridos al hueso. Se observa también, un desplaza

miento de los cerclajes en forma proximal y la marcada separación de las placas como resultado de este desplazamiento.



Foto N° 29

En la foto N° 29, observamos un fémur de 9 semanas. Se observa una abundante reacción en el extremo distal, que emite una prolongación envolvente. La reacción proximal es más escasa y organizada. Se observa entre la reacción distal y las --placas, un espacio que nos indica que hubo movimiento de éstas.



Foto N° 30

En la foto N° 30, el fémur tiene 8 semanas. La reacción es semejante a las anteriores pero menos densa. Es también más abundante distalmente y se observa poca densidad femoral y una fractura de este nivel metafisiario distal. Las placas están ligeramente flojas.

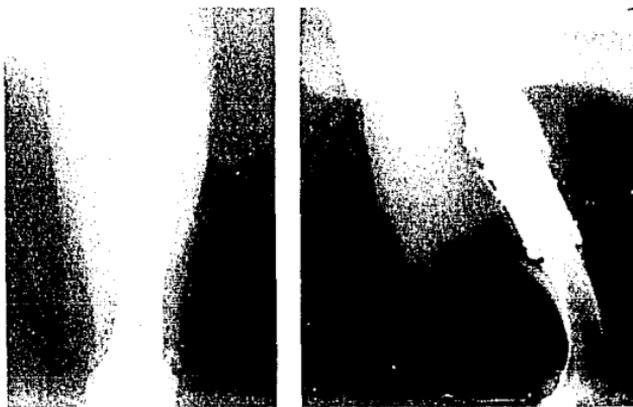


Foto N° 31

La foto N° 31 es de un sujeto con 7 semanas de interve-
nido. Existe una reacción escasa y organizada que mantiene --
firmemente adheridos los injertos. Se ha iniciado la remodela-
ción de éstos. Se observa atrofia del fémur por debajo de las
placas con un leve adelgazamiento de éste. La fractura es vi-
sible.

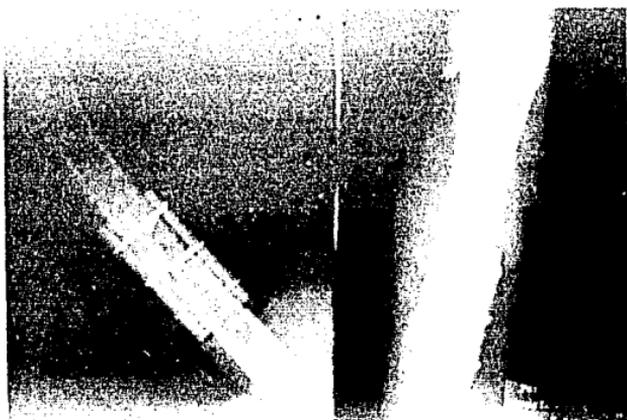


Foto N° 32

En la foto N° 32, vemos un fémur de 6 semanas. La reac-
ción es menor que en las anteriores, y la línea de fractura es
aún claramente visible entre los injertos.

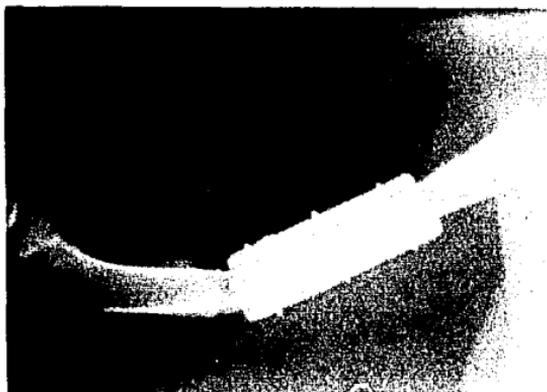


Foto N° 33

La foto N° 33, pertenece a un cánido de 5 semanas de intervenido. La reacción que desarrolló fué prácticamente nula, pero el adelgazamiento del fémur por debajo de los injertos es notable.

Se observa desplazamiento proximal de las placas y pérdida de la densidad en el sitio cercano a la fractura, la cual, es claramente visible.



Foto N° 34

La foto N° 34 es de un cánido de 4 semanas de interven
do. La reacción es abundante debido al excesivo movimiento --
del fémur y las placas, provocado por el aflojamiento de éstas.

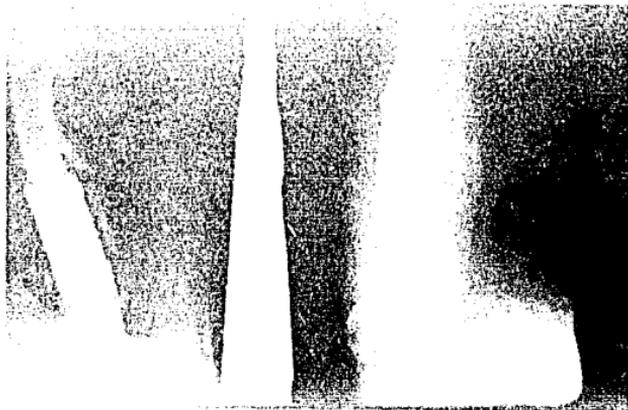


Foto N° 35

La foto N° 35 es de un animal de 3 semanas de intervenido. La reacción, aunque leve, ya empieza a envolver al injerto, mostrándonos que las placas son inicialmente cubiertas por tejido fibroso, que posteriormente será cartílago y después -- hueso.



Foto N° 36

La foto N° 36, muestra un fémur de 2 semanas de intervenido. La reacción no es aún perceptible. La línea de fractura es claramente visible.

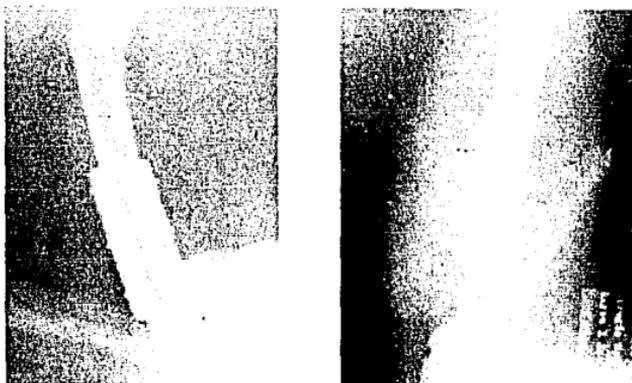


Foto N° 37

La foto N° 37, es de un cánido con 1 semana de interve-
nido. No hay reacción alguna visible. Los injertos están ade
cuadamente colocados y la línea de fractura es visible.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones, así como los resultados, son abundantes. Esto se debe a que este estudio, exitoso o no, permitió la observación y aprendizaje de gran número de procesos óseos.

En resumen, podemos concluir, que el método aquí utilizado, no fue todo lo exitoso que se esperaba, sin embargo se obtuvieron algunos resultados positivos dignos de mencionarse. Es por esto, que el presente capítulo lo dividiremos en conclusiones positivas o ventajas, y conclusiones negativas o desventajas.

1. Conclusiones Positivas

a) Técnica operatoria sencilla. La técnica reúne la mayor parte de las características propuestas en el inciso b) -- del Capítulo I; no requiere equipo especializado, cualquier Médico Veterinario puede realizarla, no es necesario recuperar

el material empleado, el material es lo suficientemente modifi cable, y el costo total del tratamiento es bajo.

b) No provoca rechazo. La técnica de desproteínización por ebullición abierta empleada, demostró ser efectiva. Los animales en ningún momento dieron muestra de rechazo hacia el hueso bovino. Las biometrías muestran algunas alteraciones en los valores normales, pero que, por el análisis completo del comportamiento del animal, son atribuibles a infecciones a nivel cutáneo o deficiencias en la alimentación, ya que no se observa un esquema definido de comportamiento celular.

c) Se remodela lentamente el injerto. Se comprobó que aún en el sujeto con mayor tiempo de estudio (10 Sem.), el injerto permaneció casi inalterable. Esto favorece, desde el punto de vista de resistencia, ya que se observó que era más fácil que el fémur operado sufriera una fractura, a que las placas cedieran ante la fuerza muscular y de gravedad aplicadas sobre ellas.

d) Favorece la pronta ambulación. En la mayoría de los casos los animales apoyaron en la primera o segunda semana, lo cual habla del valor que desde el punto de vista mecánico tiene el método. Sin embargo este aspecto es cuestionable, ya que se observó que en los animales que inicialmente rehusaron apoyar y caminar, la reacción periosteal provocada, era menor y más organizada, y en algunos casos se intentaba la reparación de la fractura.

2. Conclusiones Negativas

a) Suspende la irrigación. Se comprobó por medio del estudio histopatológico, que no existía irrigación alguna en el hueso existente bajo las placas óseas. Este hecho es atribuible a dos factores: el primero es que la presión ejercida por las placas óseas sobre el periostio, suspende el aporte sanguíneo en la zona, necrosando dicho periostio y el tercio exterior de la corteza, evitando la formación del callo óseo alrededor de la fractura y provocando el adelgazamiento del fémur con el consecuente aflojamiento de los injertos; y el segundo es debido a que al retirar el músculo vasto interno de su incursión con el fémur, se corta la arteria nutricia protegida por este músculo, y por lo tanto se suspende totalmente la irrigación del resto del hueso, así como de la médula ósea.

Esta suspensión del aporte sanguíneo, nos provocó en los casos en los que no se reestableció una circulación compensatoria, la muerte del hueso, convirtiéndose éste en un gran sequestro, envuelto en su totalidad por la reacción.

b) Inmovilización insuficiente. Inicialmente, se puede decir que la inmovilización era buena, pues se comprobó en los animales recién operados; el fémur se mantenía firmemente fijado por las placas óseas. Sin embargo, la deficiente irrigación, adelgazó el fémur, y provocó que los injertos se aflojaran y que la reparación de la fractura fuera prácticamente imposible. Hay que considerar también, que el pronto apoyo que-

concedía este método, aunado a la ausencia de una fijación externa, provocaban al final de cuentas, el desplazamiento de -- las placas o la rotación de los cabos óseos con respecto del - uno con el otro.

Podemos concluir, que la falta de irrigación junto con el problema de la insuficiencia inmovilización, fueron la causa de que el método aquí practicado, no tuviera el éxito esperado, ya que de estos dos problemas, se desprenden otros más, que junto a éstos hacen poco efectivo el método.

c) Excesiva reacción periosteal. La reacción perios---teal formada en los extremos diafisiarios libres y que envuelve a los injertos es excesiva y deformante. Ciertamente es que dicha reacción es un proceso fisiológico natural del hueso, sin embargo no se esperaba tal volumen que en algún momento llegara a motivar una atrofia muscular.

d) No hay reparación de la fractura. Esta es quizá, la conclusión más drástica y definitiva del estudio.

El que no se repare la fractura es atribuible en principio, a la ausencia de periostio alrededor de la línea de fractura, ya que fue suspendida la irrigación de la zona, ocasionando la atrofia de éste. A esto debemos aumentar la inactividad del endostio, ocasionada también por el deficiente aporte sanguíneo y el excesivo movimiento de los cabos óseos fracturados.

En algunos de los casos se observó una formación blanda

alrededor de la línea de fractura, compuesta en su mayoría por tejido fibroso. Esta formación es debida a la insuficiente inmovilización y podría denominarse como una "seudo-artrosis".

e) Altera el funcionamiento del miembro. Aunque inicialmente la mayoría de los sujetos caminaron, posteriormente dejaron de hacerlo con desviaciones del aplomo del miembro o dolor al apoyar. En casos más drásticos, se observó la atrofia muscular, ya sea provocada por desuso del miembro, o por la de situación de los cabos fracturados.

Este problema es atribuido a situaciones como: aumento del volumen femoral causado por la reacción perióstica; adelgazamiento del fémur debajo de las placas óseas; o a la fractura del fémur por ambas apófisis transformándose en secuestro.

f) Observación intensiva. Aunque uno de los propósitos iniciales era evitar la observación intensiva del animal, se demostró que debido a los trastornos ya mencionados, la observación del paciente debe ser más estricta que la realizada en la utilización de algún otro método de reducción de fracturas.

g) Imposibilidad de aplicación a especies mayores. La probable utilización de este método en especies mayores, fue planteada con el objetivo de reducir costos, sin embargo, los trastornos observados en este método, nos hacen desistir de hacerlo, ya que probablemente serían mayores los problemas que le ocasionaríamos al animal en caso de aplicárselo.

VI. DISCUSION

En el presente capítulo, trataremos de establecer una - correlación entre los resultados obtenidos en nuestro estudio, y los procesos secuenciales y cronológicos que consideramos -- directamente responsables de dichos resultados.

Así mismo, esclareceremos algunos puntos que considera- mos pudieran haber provocado alguna duda o especulación en el lector.

Debemos iniciar por la estructura básica y sus cambios: la célula. Microscópicamente observamos, que el fémur por debajo de las placas, está muerto, carece de células, lo que es atribuible a la falta de irrigación provocada por las causas - ya mencionadas. Sin embargo algunos cortes mostraban continui dad medular o células en la mitad interna de la corteza femo- - ral. Esto es debido a que por alguna razón no se interrumpió- totalmente el flujo sanguíneo, o que existió suficiente inmovi

lización inicial, para que la reacción provocada fijara par---
cialmente la fractura y permitiera la continuidad medular, - -
irrigando ésta la porción cortical interna que a ella corres--
ponde.

La muerte y atrofia del fémur que se encontraba aprision
nado por los injertos, se manifestaba con un adelgazamiento de
éste, lo que provocaba que las placas inicialmente bien ajusta
das se aflojaron, lo que a su vez ocasionaba el movimiento de
los cabos óseos y la imposibilidad de reparación de la fractu-
ra.

Por otro lado, la reacción fisiológica del periostio --
restante, que tendía a cubrir a los injertos, era exacerbada -
por el movimiento excesivo de los extremos fracturados, convir
tiéndose en una reacción patológica de gran volumen, la cual -
provocaba problemas en el funcionamiento y la estética del - -
miembro. Ciertamente es que la mayoría de los sujetos caminaron o
apoyaron en la primer semana del estudio, pero quizá esto ace-
leró el proceso antes descrito; aquí se comprende por qué los
animales que inicialmente caminaban, luego dejaban de hacerlo.

Otro problema ocasionado por la falta de irrigación, --
fue la transformación del fémur en un gran sequestro, el cual,
envuelto en la reacción, era empezado a resorber, perdiendo to
da función y fracturándose en algunos casos de sus epífisis. -
Este problema fue compensado por la misma reacción provocada,
la cual llegó a formar hueso compacto y hasta a poseer una - -
pseudo-médula, rica en células hematopoyéticas e indiferencia-

das.

Otro aspecto importante, es el referente al rechazo. Para el propósito que nuestro trabajo perseguía, no existió; sin embargo, alguien podría considerar que la reacción tan voluminosa y grosera que se formó, en un signo de éste. También podría argumentarse que no se realizaron pruebas inmunológicas específicas para determinar el grado de aceptación del hueso bovino por el huésped. Por nuestra parte, nos basamos en la ausencia de un patrón definido de comportamiento celular en las biometrías, y en la falta de signos clínicos que nos hicieran sospechar de un problema inmunológico.

Por todo esto, se recomienda a quienes el problema interese, la realización de estudios adecuados que nos conduzcan al esclarecimiento del tema.

VII. RECOMENDACIONES

Teniendo como bases, todos los resultados y conclusiones del presente estudio, NO RECOMENDAMOS la utilización del método para la reducción de fracturas. Sin embargo puede ser éste el inicio de una serie de estudios para mejorar las técnicas ortopédicas, y para todos aquellos que se interesen en el perfeccionamiento del presente método, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Creación de un banco de huesos: Para la realización de cualquier trabajo con hetero-injertos, se recomienda la elaboración de un banco de huesos con todos los requisitos de esterilidad y manejo. Se deberán tener suficientes medidas de injertos, así como un adecuado almacenamiento de éstos.

- Reducción del tamaño de los injertos: El reducir el tamaño de los injertos, probablemente ayude a mantener la suficiente irrigación en la zona, así como permitir la formación -

del callo óseo alrededor de la línea de fractura.

- Conservar el periostio: Se deberá procurar conservar la mayor parte de periostio posible, ya que de éste depende la iniciación de la cicatrización ósea.

- No retirar la incursión muscular: Se deberá conservar la incursión del vasto interno en la mayor extensión posible. Esto es debido a que la arteria nutricia femoral está protegida por dicho músculo, y al retirar éste, se seccionará aquella forzosamente. Además gran parte de la irrigación periosteal es obtenida de esta incursión.

- Mayor inmovilización externa: Se recomienda la utilización de una inmovilización externa, como una férula de yeso o una de Thomas. También se recomienda ampliar el tiempo de estancia en jaula individual, mínimo 15 días.

- Estudios de rechazo inmunológico: Se deberán realizar estudios más delicados y específicos sobre la reacción inmunológica del huésped hacia el injerto, no concretándose únicamente en la respuesta celular sanguínea.

B I B L I O G R A F I A

1. Abbott, L. C.; Schottstaedt, E. R.; Saunders, J. B. de C. M. and Bost, F. C.: The Evaluation of Cortical and Cancellous bone as Grafting Material. *J. Bone Joint Surgery*. 29: 381-414, 1947.
2. Albrektsson, T. and Albrektsson, B.: Microcirculation in grafted bone. A chamber technique for vital microscopy of rabbit bone transplants. *Acta Orthop. Scand.* 49 (1) 1-7, Feb 1978.
3. Alexander, J. W. and Dueland, R.: Treatment of fractures - with casts and transfixing pins. *Veterinary Medicine and - Small Animal Clinician.* 72(7) 1174-1181, Jul. 1977.
4. Bassett, C. A. and Creighton, D. K.: A comparison of host-response to cortical autografts and processed heterografts. *J. Bone Joint Surg.* 44(a) 842-853, 1962.
5. Benum, P.; Alm, T.; and Johannessen, N.: Porous ceramics - as a bone substitute in the medial condyle of the tibia. An experimental study in sheep. Long-term observations. *Acta-Orthop. Scand.* 48(2) 150-157, 1977.
6. Braden, T. D. and Brinker, W. O.: Effect if certain fixation devices on functional limb usage in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 162(8) 642-647, Abr. 1973.

7. Braden, T. D.; Brinker, W. O.; Little, R. W.; Jenkins, R. B. and Butler, D.: Comparative biomechanical evaluation of bone healing in the dog. J. Am. Vet. Med. Assoc. 163(1) - 65-68, Jul. 1973.
8. Burchardt, H. and Enneking, W. F.: Transplante de hueso. - Surg. Clin. North. Am. 58(2) 403-427, Apr. 1978.
9. Connell, R. M.: Welding in repair of bone fractures in -- large animals. Vet. Med. and Small. An. Clinician. 69(5) - 631-636, May 1974.
10. Cramers, M. and Lucht, U.: Metal sensivity in patients - - treated for tibial fractures with plates of stainless - - steel. Acta Orthop. Scand. 48(3) 245-249, 1977.
11. Cummine, J. and Nade, S.: Osteogenesis after bone and bone-marrow transplantation. I. Studies with combined myelo-osseous graft in Guinea pigs. Acta Orthop. Scand. 48(1) - 15-24, May 1977.
12. Enneking, W. F.; Burchardt, H.; Puhl, J. J. and Piotrowski, G: Physical and biological aspects of repair in dog cortical-bone transplants. J. Bone Joint Surg. 57(a) 237-251, 1975.
13. Frank, E. R.: Veterinary Surgery. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minn. Seventh edition 1964.
14. Guyton, A. C.: Tratado de fisiología médica. Editorial Interamericana. Cuarta Edición, 1971.
15. Ham, A. W.: Tratado de Histología. Págs. 439-452. Ed. Interamericana. Sexta edición, 1970.
16. Heiple, K. G.; Chase, S. W. and Herdon, C. H.: A comparative study of the healing process following different types of bone transplantation. J. Bone. Joint. Surg. 45(1) - 1593-1616, 1963.
17. Herness, D. and Posner, M. A.: Some aspects of bone grafting for non union of the carpal navicular. Acta Orthop. Scand. 48(4) 373-378, 1977.

18. Hill, F. W. G.: A survey of bone fractures in the cat. J. Small An. Practice. 18(7) 457-463, Jul 1977.
19. Hurley, Ll. A.; Seier, F. G. and Stinchfield, F. E.: Anorganic bone grafting. Clinical experiences with hetero-grafts processed by ethylenediamine extraction. Am. J. Surg. 100, 12-21, 1960.
20. Laguna.: Bioquímica. Págs. 658-663. Prensa Médica Mexicana. Segunda edición 1967, 5a. reimpresión 1971.
21. Manning, C. W.: A bone bank. Proc. Roy. Soc. Med. 53, -- 935-938, 1960.
22. Manzano, C. F. and Manzano, J. R.: Walking plaster cast for repair of tibial fractures in dogs. J. Am. Vet. Med. Ass. 156(5) 581-586, March 1970.
23. Mateos Poumian, J. A.: Metil Metacrilato. Estudio experimental en cirugía ósea. Tesis Profesional. U.N.A.M. 1974.
24. Mbogwa, S.; Lumb, W. V.; Smith, K. W. and Rubin, R.: Plating of canine scapular fractures. American J. Veterinary Research. Aug. 1978, 1327-1330.
25. Michelsson, J. E.; Videman, T. and Langenskiöld, A.: Changes in bone formation and development of experimental osteoarthritis. A study using oxytetracycline in rabbits. - Acta Orthop. Scand. 48(5) 443-449, 1977.
26. Milloning, R. C.; Amrein, B. J. and Borman, A.: Antigenicity of bovine cortical bone. Proc. Soc. Exp. Biol. 109, -- 562-564, 1962.
27. Nade, S.: Osteogenesis after bone and bone-marrow transplantation. II. The initial cellular events following transplantation of decalcified allografts of cancellous bone. - Acta Orthop. Scand. 48(6) 572-579, 1977.
28. Newton, C. D. and Hohn, R. B.: Fracture non-union resulting from cerclage appliances. J. Am. Vet. Med. Ass. 164(5) - - 503-508, March, 1974.

29. Ochoa Venegas, J. L.: Valoración del grado de necrosis producido por el uso de alambre en la reparación de fracturas en perros. Tesis profesional. U.N.A.M. 1974.
30. Piermatiei, D. L. and Greeley, R. G.: An Atlas or surgical approaches to the bone of the dog and cat. W. B. Saunders Company. Philadelphia and London. 1966.
31. Pieron, A. P.; Bigelow, D. and Hamonic, M.: Bone grafting with boplant. Results in thirty three cases. J.-Bone. - - Joint Surg. 50(b) 364-368, 1968.
32. Ray, R. D. and Holloway, J. A.: Bone implants. J. Bone - - Joint Surg. 39(a) 1119-1128, 1957.
33. Rutman, M. A. and Rickards, D. A.: Use of the bowen wire - tightener in veterinary orthopedics. Vet. Med. and Small An. Prac. 72(8) 1301-1304, Aug. 1977.
34. Siffert, R. S.: Experimental bone transplants. J. Bone - - Joint Surg. 37(a) 742-758, 1955.
35. Turner, L.T.C.; Bassett, L.C.A.L.; Pate, L. J.W. and Sawyer, L. P. N.: An experimental comparison of freeze-dried-an frozen cortical bone graft healing. J. Bone Joint Surg. 37(a) 1197-1204, 1955.
36. Ultroska, B. and Ford, L. W.: A technique for repair Co---lles' fractures. Vet. Med. And Small An. Pract. 70(7) - - - 849-851, Jul. 1975.
37. Valls, J. E.: Ortopedia y traumatología. Ed. El Ateneo. Se gunda edición 1966, 4a. reimpression 1974.
38. Williams, G.: Experiences with boiled cadaveric cancellous bone for fractures of long bones. J. Bone Joint Surg. - - - 46(B) 398-403, 1964.
39. Yturraspe, D. J. and Lumb, W. V.: The use of plastics spinal plates for internal fixation of the canine spine. J. - Am. Vet. Med. Ass. 161(12) 1651-1657, Dec. 1972.
40. Zaslów, I. M. and Hanssen, P. L.: Medial approach to bone - plating in repair of humeral-shaft fractures. Vet. Med. - and Small An. Pract. 71(11) 1564-1574, Nov. 1976.